

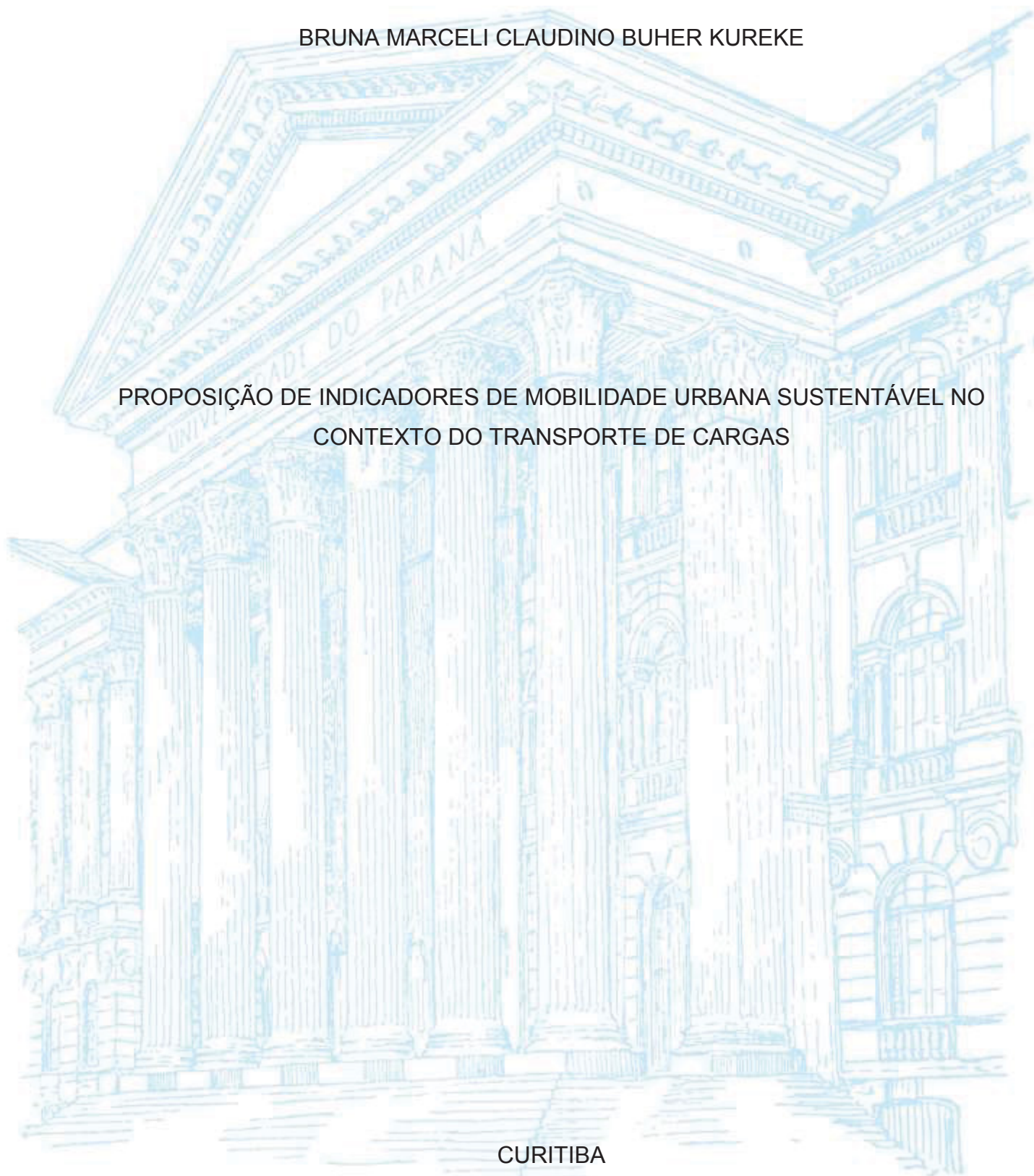
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRUNA MARCELI CLAUDINO BUHER KUREKE

PROPOSIÇÃO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL NO
CONTEXTO DO TRANSPORTE DE CARGAS

CURITIBA

2019



BRUNA MARCELI CLAUDINO BUHER KUREKE

PROPOSIÇÃO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL NO
CONTEXTO DO TRANSPORTE DE CARGAS

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Planejamento Urbano, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Planejamento Urbano.

Orientadora: Prof.^a Dra. Márcia de Andrade Pereira Bernardinis

CURITIBA

2019

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

K96p Kureke, Bruna Marcell Claudino Buher
Proposição de indicadores de mobilidade urbana sustentável no contexto
do transporte de cargas [Recurso eletrônico] / Bruna Marcell Claudino Buher
Kureke – Curitiba, 2019.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia,
Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano.

Orientadora: Márcia de Andrade Pereira Bernardinis

1. Mobilidade urbana. 2. Transporte de cargas. Universidade Federal
do Paraná. II. Bernardinis, Márcia de Andrade Pereira. III. Título.

CDD: 711.41


Bibliotecária: Roseny Rivelini Morciani CRB-9/1585

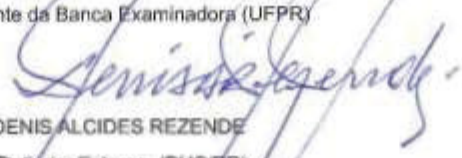
TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PLANEJAMENTO URBANO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **BRUNA MARCELI CLAUDINO BUHER KUREKE** intitulada: **PROPOSIÇÃO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL NO CONTEXTO DO TRANSPORTE DE CARGAS**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovada no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 28 de Fevereiro de 2019.


MÁRCIA DE ANDRADE PEREIRA BERNARDINIS
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


DENIS ALCIDES REZENDE
Avaliador Externo (PUC/PR)


MARIANO DE MATOS MACEDO
Avaliador Interno (UFPR)

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação acadêmica e cidadã.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Dirlete e Renato, que muitas vezes abriram mão de seus anseios pessoais para que eu pudesse ter uma educação de qualidade.

Agradeço também àquele que me dá forças para continuar todos os dias, meu irmão Junior, *in memoriam*. É por você e sempre será por você.

Agradeço ao meu marido Fernando Kureke por todo o apoio dado nos meus anos de graduação e pós-graduação. Obrigada por esses 11 anos! Te amo.

Agradeço à minha irmã Jéssica Buher, meu cunhado Anderson Pelinski, minha prima Aline Salim, minha amiga Juliana Alves e meu amigo Pablo Alves. Obrigada por todo o incentivo durante nossos anos de convivência. Obrigada por acreditarem em mim.

Agradeço minhas amigas do mestrado, Luziane Pavelski, Cíntia Negrão e Nathália Oenning. Muito obrigada por toda a ajuda e por todas as reflexões.

Por fim, agradeço especialmente à minha orientadora de mestrado – e de vida – Prof.^a Márcia. Obrigada por todos esses anos e pela imensa dedicação em tudo o que fizemos juntas. Você é minha inspiração!

Sempre que você duvidar de sua autoestima, lembre-se da flor de lótus. Embora mergulhe na vida debaixo da lama, ela não permite que a sujeira que a rodeia afete seu crescimento ou beleza. Assim como a flor de lótus, nós também temos a capacidade de nos erguermos da lama, florescermos da escuridão e irradiarmos para o mundo.

RESUMO

A temática do transporte de cargas integrado ao planejamento urbano é vista ainda como não explorada nacional e internacionalmente, tanto no campo da pesquisa quanto no contexto político mais amplo. Aliando tal problemática à generalização e superficialidade do tema em políticas de mobilidade e aos impactos causados por este modo de deslocamento de mercadorias, este trabalho teve como objetivo, no campo das metodologias de avaliação e monitoramento da mobilidade, identificar indicadores a partir de uma abordagem inédita no transporte de cargas. Para isso, foram realizados levantamentos teóricos, pesquisas com especialistas da área, uma avaliação multicritério para identificação do nível de importância de cada indicador e, por fim, a quantificação dos indicadores propostos a partir de um sistema de normalização. Como resultado, foram concebidos 32 indicadores divididos em 6 temas, incorporados nas três dimensões da mobilidade urbana sustentável: ambiental, social e econômica. Pôde-se, desta forma, compreender o papel fundamental do transporte de mercadorias para o desenvolvimento das cidades, em especial as com características industriais e portuárias, e as consequências da falta de planejamento de tal modalidade. Este fato vai de encontro com a necessidade de sistemas mais efetivos de avaliação e monitoramento por meio dos indicadores aqui propostos.

Palavras-chave: Mobilidade urbana sustentável, Transporte de cargas, Indicadores.

ABSTRACT

The freight transportation theme integrated with urban planning is still seen as not explored national and internationally, both in the field of research and in the broader political context. Combining this issue with the generalization and superficiality of the theme in mobility policies and the impacts caused by this mode of goods transportation, this work had the objective, in the field of mobility evaluation and monitoring methodologies, to identify indicators from an unpublished approach in the freight transportation. For that, theoretical surveys, researches with specialists in the area and a multicriteria evaluation were carried out to identify the level of importance of each indicator and, finally, the quantification of the indicators proposed from a standardization system. As a result, 32 indicators were conceived, divided into 6 themes, incorporated into the three dimensions of sustainable urban mobility: environmental, social and economic. In this way, it was possible to understand the fundamental role of freight transport for the development of cities, especially those with industrial and port characteristics, and the consequences of the lack of planning of this mode. This fact meets the need for more effective evaluation and monitoring systems through the indicators proposed here.

Keywords: Sustainable urban mobility, Freight transportation, Indicators.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ORGANOGRAMA DO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	21
FIGURA 2: RELAÇÃO ENTRE OS IMPACTOS CAUSADOS PELO TRANSPORTE DE CARGAS	30
FIGURA 3: ESTRUTURA HIERÁRQUICA GERAL DO MÉTODO AHP	69
FIGURA 4: ROTINA METODOLÓGICA DA PESQUISA	72
FIGURA 5: NÍVEIS DE PRIORIDADE E MATRIZ DE DECISÃO DOS INDICADORES	80
FIGURA 6: ENQUADRAMENTO DOS NÍVEIS DE IMPORTÂNCIA DE ACORDO COM A CARACTERÍSTICA DA CIDADE	81
FIGURA 7: PESOS DOS INDICADORES E DIMENSÕES SEGUNDO OS ESPECIALISTAS	82
FIGURA 8: NORMALIZAÇÃO DOS INDICADORES AGREGADOS EM TEMAS	82
FIGURA 9: DETERMINAÇÃO DA MÉDIA DOS TEMAS	83
FIGURA 10: DETERMINAÇÃO DO PESO DOS TEMAS	83
FIGURA 11: DETERMINAÇÃO DA NORMALIZAÇÃO DOS TEMAS	84
FIGURA 12: DETERMINAÇÃO DOS PESOS DAS DIMENSÕES PARA OS TEMAS	84
FIGURA 13: EXEMPLO DE INDICADOR QUANTITATIVO	85
FIGURA 14: EXEMPLO DE INDICADOR QUALITATIVO	85
FIGURA 15: MATRIZ DE INDICADORES DE TRANSPORTE DE CARGA	90
FIGURA 16: RELAÇÃO DE NÚMERO DE INDICADORES POR NÍVEL DE IMPORTÂNCIA	91
FIGURA 17: ENQUADRAMENTO DOS INDICADORES DE ACORDO COM AS CARACTERÍSTICAS DAS CIDADES	94
FIGURA 18: CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS PROPOSTOS	95
FIGURA 19: DESTAQUES DO CENÁRIO 2	100
FIGURA 20: DESTAQUES DO CENÁRIO 3	100

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: ESTUDOS PARA MELHORIA DO TRANSPORTE URBANO DE CARGAS	17
QUADRO 2: INCIDÊNCIA PROVÁVEL DE TEMA PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE MOBILIDADE URBANA POR CLASSE DE CIDADES.....	34
QUADRO 3: MENÇÃO AO TRANSPORTE DE CARGAS NOS PLANOS DE MOBILIDADE URBANA	37
QUADRO 4: INDICADORES DE BANISTER ET AL. (2000).....	48
QUADRO 5: DIRETRIZES PARA MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL DO PROGRAMA TRANSPLUS.....	49
QUADRO 6: INDICADORES PROPOSTOS PELO PROJETO PROPOLIS.....	52
QUADRO 7: INDICADORES DE MELO (2004)	53
QUADRO 8: INDICADORES DE CAMPOS E RAMOS (2005).....	55
QUADRO 9: INDICADORES DO SISTEMA PLANUTS	57
QUADRO 10: PESOS PARA OS TEMAS DO IMUS.....	62
QUADRO 11: EXEMPLO DE NORMALIZAÇÃO PARA INDICADORES QUANTITATIVOS	64
QUADRO 12: EXEMPLO DE NORMALIZAÇÃO PARA INDICADORES QUALITATIVOS	65
QUADRO 13: IMUS CALCULADO PARA AS CIDADES	66
QUADRO 14: ESCALA FUNDAMENTAL DE SAATY	69
QUADRO 15: INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL NO TRANSPORTE DE CARGAS.....	73
QUADRO 16: NÍVEL DE IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES	92
QUADRO 17: DISTRIBUIÇÃO DOS INDICADORES X CARACTERÍSTICA DAS CIDADES	93
QUADRO 18: SISTEMA DE PESOS - CENÁRIO 1 (CIDADES DE GRANDE PORTE)	96
QUADRO 19: SISTEMA DE PESOS - CENÁRIO 2 (CIDADES DE MÉDIO PORTE)	97
QUADRO 20: SISTEMA DE PESOS - CENÁRIO 3 (CIDADES DE PEQUENO PORTE E CIDADES INDUSTRIAIS).....	98
QUADRO 21: MODELO DE INDICADOR QUALITATIVO.....	101

QUADRO 22: MODELO DE INDICADOR QUANTITATIVO.....101

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: PLANOS DE MOBILIDADE E O TRANSPORTE DE CARGA	35
GRÁFICO 2: MENÇÃO AO TC NOS PLANOS DE MOBILIDADE	44
GRÁFICO 3: ATENDIMENTO DAS METODOLOGIAS COM RELAÇÃO AO IMUS .	58
GRÁFICO 4: DEFINIÇÃO DE INDICADORES POR ESPECIALISTAS	87
GRÁFICO 5: ENQUADRAMENTO POR ESPECIALISTAS	89

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 OBJETIVO GERAL.....	21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
1.3 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	22
2 REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1 CIDADES INDUSTRIAIS	23
2.2 O PLANEJAMENTO URBANO E O TRANSPORTE DE CARGAS	25
2.2.1 Os impactos do transporte de cargas.....	28
2.3 PLANOS DE MOBILIDADE URBANA: O DESTAQUE NO TRANSPORTE DE CARGAS	31
2.3.1 Análise dos Planos de Mobilidade Urbana brasileiros	35
2.4 INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL	45
2.4.1 Conceituação de indicadores: da sustentabilidade urbana à mobilidade urbana sustentável.....	45
2.4.2 Metodologias propostas para indicadores de mobilidade sustentável	48
2.4.3 Indicadores de mobilidade urbana sustentável no contexto brasileiro	59
2.4.4 IMUS.....	60
2.4.5 A inserção de indicadores de mobilidade urbana sustentável no contexto do transporte de cargas em centros industriais	67
2.5 AVALIAÇÕES MULTICRITÉRIO NO APOIO À TOMADA DE DECISÃO	67
2.5.1 Método de análise hierárquica para tomada de decisão	68
3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	71
3.1 MÉTODO DE PESQUISA.....	71
3.1.1 Fases da pesquisa	71
3.2 PROPOSIÇÃO DOS INDICADORES DE TRANSPORTE DE CARGAS.....	72
3.2.1 Pesquisa com especialistas para definição dos indicadores	79
3.2.2 AHP para os indicadores de transporte de carga	80
3.2.3 Distribuição dos indicadores.....	80
3.3 DEFINIÇÃO DE PESOS E NORMALIZAÇÃO DOS INDICADORES	81
3.3.1 Pesos dos temas e dimensões	81
3.3.2 Normalização dos indicadores	85

4	RESULTADOS	86
4.1	PROPOSIÇÃO DOS INDICADORES DE TRANSPORTES DE CARGA.....	86
4.1.1	Pesquisa com especialistas.....	86
4.1.2	AHP para os indicadores de transporte de carga	91
4.1.3	Distribuição dos indicadores	93
4.2	DEFINIÇÃO DE PESOS E NORMALIZAÇÃO DOS INDICADORES	95
4.2.1	Pesos dos temas e dimensões	95
4.2.2	Normalização dos indicadores	101
5	CONCLUSÃO	102
	REFERÊNCIAS.....	104
	APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO PARA ESPECIALISTAS	110
	APÊNDICE B: RESULTADO ANÁLISE HIERÁRQUICA.....	114
	APÊNDICE C: NORMALIZAÇÃO DOS INDICADORES	125

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o planejamento urbano, principalmente no que concerne à mobilidade e acessibilidade de pessoas e serviços, é uma constante nos diversos setores acadêmicos, legislativos e executivos, públicos e privados. No entanto, é unanimidade entre os pesquisadores da área o fato de a integração entre o transporte de cargas e o planejamento urbano ser um tema ainda tímido, tanto nacional quanto internacionalmente.

Primeiramente, para fins desta pesquisa, será diferenciado os termos Transporte de Cargas (TC) do Transporte Urbano de Cargas (TUC). O TC será aqui tratado como a modalidade de transporte que ocorre a partir da entrada de cidades com características industriais ou portuárias, finalizando seu trajeto na indústria ou porto inserido nestas cidades. O TUC, por sua vez, será entendido como a distribuição de mercadorias para comércios e residências em geral, internamente às cidades com as mais diversas características.

Apesar de sua relevância, a secundariedade do transporte urbano de cargas no planejamento de transportes e em Planos de Mobilidade Urbana é evidenciada por Cherrett et al. (2012) e Silva e Marins (2014), sendo este planejamento focado no transporte de passageiros. Conforme Dabanc (2007) e Mukai et al. (2007), a conscientização dos governos locais sobre a necessidade de controle deste tipo de atividade é crescente, porém o avanço legislativo em soluções para conflitos entre o transporte de pessoas e mercadorias ainda é tímido e não há conhecimento necessário para a sua efetiva execução.

Sanches Junior (2008) relaciona a falta de pesquisas na área às dificuldades na apreensão e coleta de dados estatísticos devido à grande quantidade de elementos individuais envolvidos e à numerosa quantidade de origens e destinos potenciais.

Alguns autores como Allen et al. (2000), Sanches Junior (2008), Silva e Marins (2014), CEI (2017) e TRIP (2017) relatam a existência de estudos pioneiros desenvolvidos pela União Europeia para melhoria do transporte urbano de cargas e redução dos seus impactos na cidade (QUADRO 1).

QUADRO 1: ESTUDOS PARA MELHORIA DO TRANSPORTE URBANO DE CARGAS

(continua)

ESTUDO	DESCRIÇÃO	LOCAL	ANO
REFEORM (<i>Research on Freight Platforms and Freight Organisation</i>)	Pesquisas sobre a organização da logística de carga urbana	Bélgica, Itália e Dinamarca	1997
UTOPIA (<i>Urban Transport: Options for Propulsion Systems and Instruments of Analysis</i>)	Pesquisas sobre sistemas alternativos menos poluentes para o transporte de cargas	França, Espanha, Itália, Suíça, Suécia, Alemanha, Bélgica, Finlândia e Holanda	1998 – 2000
IDIOMA (<i>Innovative Distribution with Intermodal Freight Operation in Metropolitan Areas</i>)	Estudo da distribuição intermodal de cargas nos centros urbanos	Alemanha, Holanda, França, Suíça, Suécia e Grécia	1998 – 2001
BESTUFS (<i>BEST Urban Freight Solution</i>)	Identificação, descrição e disseminação das melhores práticas em transporte de cargas	Reino Unido, Alemanha, Holanda e Suíça	2000 – 2004
BESTUFS II	Compilação dos modelos existentes no BESTUFS de 2000 a 2004, com as estruturas de dados de cada cidade, e a confecção de um guia das melhores práticas adotadas na Europa	Reino Unido, Alemanha, Holanda e Suíça	2004 – 2008
CIVITAS (<i>City, Vitality and Sustainability</i>)	Pesquisas que estabeleceram políticas para o transporte da carga urbana, com o objetivo de diminuir o congestionamento, a poluição e melhorar a qualidade de vida por meio da combinação do uso de combustíveis alternativos, veículos eficientes energeticamente e adoção de indicadores de desempenho nas políticas de transporte urbano	Mais de 20 países	2002 – 2006

(conclusão)

ESTUDO	DESCRIÇÃO	LOCAL	DURAÇÃO
INTERREG (<i>Innovation & Environment Regions of Europe Sharing Solutions</i>)	Estudo e desenvolvimento de modelos de ferramentas telemáticas para o gerenciamento e controle da mobilidade e logística nos centros urbanos	Países da Europa e Ásia	2002 - 2013
PLUME (<i>Planning and Urban Mobility in Europe</i>)	Pesquisas realizadas afim de facilitar a transferência de inovação no domínio do planejamento e mobilidade urbana a partir da comunidade de investigação para os usuários nas cidades da Europa, a fim de melhorar a qualidade de vida urbana	Comissão Europeia	2002 - 2005
SUGAR (<i>Sustainable Urban Goods Logistics Achieved by Regional and Local Policies</i>)	Abordagem do problema da ineficiente e ineficaz gestão da distribuição urbana de mercadorias através de projetos que promoveram o intercâmbio, discussão e transferência de experiência política, conhecimentos e boas práticas	Itália, França, Espanha, Grécia, Polônia, Bulgária, Eslovênia, República Tcheca e Reino Unido	2008 - 2012
TURBLOG-WW (<i>Transferability of Urban Logistics Concepts and Practices from a World-Wide Perspective</i>)	Expansão e transferência do conhecimento existente na Europa a partir do BESTUFS para outros países para contribuir eficazmente para o objetivo geral de ampliar a disseminação da pesquisa e do conhecimento	América Latina (Brasil e Peru)	2009 - 2011
ELMOS (<i>Electric Mobility in Smaller cities</i>)	Desenvolvimento, introdução e disseminação da prática de utilização de veículos elétricos em cinco municípios participantes da região de estudo	Pequenas e médias cidades da Região Sul do Báltico	2011 - Atual
SOLUTIONS (<i>Sharing Opportunities for Low carbon Urban transportatION</i>)	Apoio a troca de soluções de mobilidade urbana inovadoras e ambientalmente corretas entre cidades	Europa, Ásia, América Latina e Mediterrâneo	2013 - 2016

FONTE: Adaptado de Abreu et al. (2014).

A partir da análise do QUADRO 1, é perceptível a escassez de estudos em transporte de cargas, dos 9 estudos apresentados apenas 4 tratam do tema, sendo que destes 4, 2 (BESTUFS II e TURBOLOG-WW) são estudos complementares ao BESTUFS.

Para Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2003), o transporte urbano de cargas acarreta em congestionamentos, falta de segurança e impactos ambientais, sociais e econômicos, fato que torna essencial a proposição de soluções que minimizem os problemas relacionados ao setor.

Castro (2013) ressalta o fato de a avaliação dos custos sociais e das externalidades do transporte de cargas serem objetos de estudo atuais e recorrentes, tendo como objetivo a eficácia de políticas de controle dos efeitos negativos associados à atividade, principalmente no que diz respeito à tríade da mobilidade urbana sustentável: impactos ambientais, sociais e econômicos.

Já a mobilidade urbana sustentável pode ser pensada como o resultado de um conjunto de políticas de transporte e circulação que visam proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, por meio da priorização dos modos de transporte coletivo e não motorizados de maneira efetiva, socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável (BRASIL, 2007).

Banister et al. (2000) constata que uma abordagem voltada à mobilidade sustentável exige ações para redução da necessidade de viagens, diminuindo suas distâncias e incentivando maior eficiência do sistema de transportes. Um planejamento de transporte mais sustentável apoia a redução da dependência do automóvel, já que esse fato impõe vários custos econômicos, sociais e ambientais.

Magagnin (2008), cita que a inexistência ou precariedade de uma política de transportes no país e nos municípios pode dificultar, ou mesmo inviabilizar, um planejamento de transportes que incorpore os conceitos de “mobilidade urbana” e da “sustentabilidade”.

Nesse estudo, a aplicação de indicadores de mobilidade urbana sustentável chama a atenção para a necessidade de articulação das políticas de transporte, trânsito e mobilidade, a fim de proporcionar acesso amplo e democrático ao espaço de forma segura, socialmente inclusiva e sustentável, além de promover a integração entre os diversos modos de transporte. No Brasil, a utilização de indicadores faz parte da Política de Mobilidade Urbana elaborada pelo governo federal, onde a definição de um Sistema de Indicadores é parte integrante dos produtos a serem definidos na elaboração dos Planos Diretores de Transportes e Mobilidade Municipais. Este sistema de indicadores pode ser utilizado nas etapas de planejamento e monitoração do plano (MAGAGNIN, 2008).

Desenvolvido por Costa (2008), o IMUS – Índice de Mobilidade Urbana Sustentável tem como proposta oferecer uma metodologia capaz de avaliar quantitativamente aspectos pertinentes à mobilidade, incluindo cenários essenciais, como o social, econômico e ambiental. O índice é composto por 87 indicadores agregados em 37 temas, sendo esses distribuídos em 9 domínios. Para que haja a possibilidade de exclusão de indicadores que não se adequam à cidade em estudo, há um sistema de normalização, ou seja, se um indicador é excluído, os pesos dos outros serão readequados, voltando a somar 1,00. Essa normalização permite uma visão detalhada do sistema de mobilidade urbana, cobrindo temas que são relevantes em diferentes contextos geográficos.

Um contraponto aos indicadores de mobilidade urbana sustentável até então estudados, no entanto, é a não consideração de fatores que envolvam transporte de carga. Sendo assim, esses indicadores podem não ser efetivos e apresentarem resultados não satisfatórios que impactarão, não só a mobilidade, mas também aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Além disso, ao analisar 166 Planos de Mobilidade Urbana, como mostra o item 2.3.1 deste trabalho, é evidente a falta de importância dada ao Transporte de Cargas, pois, por mais relevante que seja o tema em termos de política de mobilidade urbana, suas propostas em planos ainda são superficiais e genéricas. O fato se agrava ainda mais em cidades com características industriais e portuárias, sendo estas as que mais sofrem impactos sociais, econômicos e ambientais do transporte de cargas na mobilidade urbana.

Sendo assim, a partir de tal problemática, a FIGURA 1 demonstra a estrutura desta dissertação, que se divide em 5 capítulos: o primeiro sendo esta introdução, o segundo o referencial teórico pertinente ao estudo, o terceiro tratando a metodologia de pesquisa, o quarto, dos resultados e o quinto a conclusão e as sugestões para trabalhos futuros.

FIGURA 1: ORGANOGRAMA DO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO



FONTE: A autora (2019).

1.1 OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa tem por objetivo geral propor indicadores de transporte de cargas para o monitoramento das condições de mobilidade sustentável de cidades com características industriais e portuárias.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar levantamentos teóricos para a identificação de conceitos que permeiam o transporte de cargas em cidades com características industriais e portuárias, seus impactos e relações com o planejamento urbano e mobilidade sustentável;

- Realizar entrevistas com especialistas da área definindo uma ordem de importância de cada aspecto identificado no item anterior;
- Identificar os indicadores sugeridos para transporte de carga adequados a cidades com características industriais e portuárias.
- Quantificar os indicadores propostos a partir de um sistema de normalização.

1.3 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Ao se analisar as cidades com características industriais e portuárias, percebe-se o grande impacto gerado pelo transporte de carga advindo de grandes centros industriais geradores de tráfego. Dentre esses impactos, ressalta-se a importância das dimensões social, econômica e ambiental.

Os desafios e as problemáticas do setor de transporte de cargas, e também os conflitos entre o transporte de pessoas e mercadorias, são tratados de forma secundária em Planos de Mobilidade Urbana, que focam em soluções prioritariamente para o transporte de pessoas.

No que concerne às medidas cabíveis à implementação e monitoramento de ações em prol da mobilidade sustentável, a aplicação de indicadores de mobilidade urbana sustentável pode chamar a atenção para a necessidade da articulação das políticas de transporte, trânsito e acessibilidade, a fim de proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço, de forma segura, socialmente inclusiva e sustentável, além de promover a integração entre as diversas modalidades de transportes.

Tendo em vista a necessidade da utilização de indicadores de mobilidade urbana sustentável na avaliação e monitoramento de Planos de Mobilidade e a sua aplicação escassa, e ainda, a inexistência de indicadores que considerem o impacto causado pelo transporte de cargas em cidades industriais e portuárias ressalta a importância deste estudo, bem como a sua consideração para a avaliação qualitativa consistente da mobilidade em cidades com essas características.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo serão abordados temas pertinentes à pesquisa, iniciando pelo entendimento amplo do conceito de cidades industriais, tratando em seguida do impacto do transporte de cargas inserido no planejamento urbano e da tratativa do transporte de cargas em planos de mobilidade urbana. Outra análise bibliográfica realizada consiste nos indicadores de mobilidade urbana sustentável, a partir da conceituação, estudo das diversas metodologias propostas, utilização no Brasil e o destaque à metodologia IMUS. Por fim, fez-se necessária a compreensão da análise multicritério, enfatizando a metodologia utilizada neste trabalho, o método da análise hierárquica.

2.1 CIDADES INDUSTRIAIS

A ascensão industrial nas cidades teve grande influência na transformação e consolidação do modelo urbano hoje vivenciado no Brasil. A cidade, ao passo que enriquece, atrai. Fato notado em um contexto dos anos 60 aos anos 80, com a intensificação da urbanização, produzindo grandes cidades, com crescimento caótico e desordenado, dando espaço à criação da periferia (KOWARICK, 1979). O autor explana sobre a criação de zonas dormitório a partir de uma configuração urbana segregada, obtida através da expansão urbana processada com enormes vazios retidos visando a valorização de terra. Com isso, a população trabalhadora fixou-se em locais desprovidos de infraestrutura e distante dos locais de trabalho, consequência do processo especulativo, que produz terra para o mercado imobiliário.

Logo, surgem as periferias, clandestinas ou não. A configuração urbana citada por Kowarick (1982) possui estreita relação com o fato de polos industriais desenvolvidos possibilitarem a atração de novas indústrias e do mercado de serviços urbanos. A dinâmica relativa à essa atração é dita por Singer (1977) como natural no âmbito do liberalismo econômico, não havendo intervenção estatal no direcionamento do desenvolvimento urbano e econômico em nível nacional. A partir

dessa temática, problemas com transporte e habitação levam ao aumento de trabalho, causando altíssimo desgaste, acidentes de trabalho e um posterior desemprego.

Para Monte-Mór (2006), com a ocorrência da cidade industrial, o espraiamento da cidade sobre as suas periferias fez-se necessário para acomodação das indústrias, de seus provedores e trabalhadores, gerando em seu entorno as chamadas regiões metropolitanas.

Mascarenhas e Ribeiro Filho (2016) destacam o fato de o cenário brasileiro, como país emergente, proporcionar a tomada de decisão por modos de transporte de acordo com o processo de industrialização e urbanização sofrido pelo país, tendo este fenômeno influência direta na maneira com que pessoas e mercadorias se deslocam. A decisão pelo sistema rodoviário, advinda de tal processo de industrialização e também da chegada da indústria automobilística no país, fez com que o crescimento urbano ocorresse paralelamente aos eixos de transporte, aumentando significativamente o número de viagens urbanas de pessoas e cargas.

Com relação à concentração industrial no Brasil, segundo o IBGE (2013), a indústria ainda é concentrada espacialmente, sendo o estado de São Paulo e a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) detentores de 33% e 16% do Valor Adicionado Bruto (VAB) da indústria brasileira.

Já a região Sul-Sudeste em 2010 concentrou 76% do VAB da indústria, em especial dentro e nos vértices do chamado Polígono Industrial, com delimitação nos municípios de Belo Horizonte (MG), Uberlândia (MG), Maringá/Londrina (PR), Porto Alegre (RS), Florianópolis (SC) e São José dos Campos (SP) (GÓIS SOBRINHO E AZZONI, 2014).

Diniz (1993) trata esta concentração de atividade industrial a partir de alguns fatores, como (i) o desenvolvimento da infraestrutura com consequente formação de aglomerados, (ii) políticas regionais de desconcentração, (iii) a inexistência de recursos naturais em todos os locais e (iv) concentração espacial de pesquisa.

Outro ponto de destaque é a relevância da vertente portuária na economia brasileira, dados os grandes volumes de escoação produtiva e o potencial exportador do país. Para Moraes (2008),

Dentro do contexto urbano-portuário, pode-se observar ainda a falta de gestão integrada e conflitos entre o porto e a cidade, principalmente nos limites entre esses dois entes formadores da ocupação e do uso do solo. Em muitos casos, a planta urbana praticamente não se relaciona com a planta portuária, ou melhor, as duas praticamente se evitam, por meio de avenidas perimetrais. Sabe-se que esses corredores são fundamentais para evitar o conflito urbano-portuário, no entanto, nem sempre eles existem e, se existem, em algum ponto ocorrerá conflito, haja vista que a cidade e o porto competem nas vias de acesso rodoviárias. Como resultado da urbanização ocorre ainda uma grande aproximação entre a área urbana e a portuária, principalmente nos portos mais antigos e importantes do país, e essa questão deve ser tratada em conjunto, lembrando que os portos necessitam hoje de um licenciamento ambiental, ao qual faz parte harmonizar as atividades portuárias com a zona urbana (MORAES, 2008).

A partir do exposto, a crescente importância da indústria para a economia brasileira gera grandes volumes de cargas a serem transportadas, convergindo com uma matriz de transportes majoritariamente rodoviária (61% conforme CNT, 2015), o que resulta na fragmentação urbana das cidades ocasionada pela inserção de grandes rodovias interligando portos, centros industriais e demais regiões de consumo e manufatura. Tal fato remete então à importância desta temática no planejamento urbano.

2.2 O PLANEJAMENTO URBANO E O TRANSPORTE DE CARGAS

Analisando a concepção inicial do debate da questão urbana brasileira, Pechman (1996) relata o fato de o processo de urbanização brasileiro não ter sido concebido a partir da industrialização ou de seu capital. O caso brasileiro difere do exterior pela sua essência predominantemente rural e de lógica mercantil do capital comercial em seu meio urbano.

A cidade, ao passo que enriquece, atrai, fato notado em um contexto dos anos 60 aos anos 80, com a intensificação da urbanização, produzindo grandes cidades, com crescimento caótico e desordenado, dando espaço à criação da periferia. Kowarick (1979) explana sobre a criação de zonas dormitório a partir de uma configuração urbana segregada, obtida através da expansão urbana processada com enormes vazios retidos visando a valorização de terra. Com isso, a população trabalhadora fixou-se em locais desprovidos de infraestrutura e distante

dos locais de trabalho, consequência do processo especulativo, que produz terra para o mercado imobiliário.

Lefebvre (1999) descreve então a transformação da cidade em um produto industrial, dando destaque à reprodução coletiva da força de trabalho. O espaço urbanizado passa então a ser constituído em função da produção industrial e das necessidades desta reprodução coletiva. Sendo assim, as cidades industriais se estendem às suas periferias para acomodar as indústrias e a sua força de trabalho, causando a geração de extensas regiões urbanizadas ao seu redor, entendidas como regiões metropolitanas.

Conforme apontado por Villaça (1998), as áreas comerciais e de serviços das cidades industriais são as maiores geradoras e atrativas de viagens, resultantes da acumulação da força de trabalho com os consumidores, dos que ali trabalham com os que ali compram.

A cidade pode ser entendida, segundo Zioni (2009), a partir das mais diversas conjunturas temporais, espaciais e de custos, como um grande mercado de produção e consumo. A movimentação de carga então torna-se parte integrante e primordial deste contexto no tocante ao estabelecimento de valor espacial à mercadoria, incluindo-a no processo econômico.

A relação entre a cidade e os meios de transporte é retratada de forma a evidenciar suas interferências mútuas. Vilela et al. (2013) trazem a perspectiva de que o espaço geográfico possui influência direta nos serviços de transporte, sua localização, características e capacidades, e, conseqüentemente, nas modificações do espaço ao longo do tempo. Por outro lado, Bernardes e Ferreira (2015) destacam o fato de os meios de transportes intervirem em aspectos como localização, tamanho e características das cidades, além dos hábitos e cultura da população, sendo o fluxo de mercadorias, pessoas e serviços facilitadores do desenvolvimento socioeconômico e da organização das cidades.

No que concerne às áreas centrais de grandes cidades, dois pontos de vista devem ser levados em consideração: primeiramente, salientado por Bernardes e Ferreira (2015), a necessidade da qualidade no planejamento do transporte de cargas devido à coexistência de diversas atividades no espaço urbano que acarretam nos mais variados conflitos. O segundo aspecto, levantado por Zioni (2009), é o aumento das distâncias percorridas pelos veículos de cargas resultantes

da localização dos armazéns e centros de distribuição, que tendem a se encontrar afastados dos centros urbanos em cidades com maior complexidade urbana.

Nesse contexto, valida-se a analogia com cidades industriais, onde o planejamento da logística do transporte de carga torna-se primordial para a harmonia das diversas atividades concomitantes, observando a necessidade do planejamento de rotas estratégicas, evitando assim que o transporte de carga para os grandes centros industriais entre em conflito com o espaço urbano.

Na ótica de Pereira (2009), a diferenciação da lógica de produção e distribuição e da estruturação do território faz com que as técnicas, circulações e fluxos sejam contrastantes, caracterizando assim espaços mais fragmentados. Segundo o autor, a densidade das redes de transportes é determinante para a organização dos trabalhos e recursos, atuando nas diretrizes de valorização do solo, na viabilidade de determinado ofício quando há ineficiência e insuficiência de infraestrutura.

Umas das poucas estratégias brasileiras para inserir a questão do transporte de cargas no planejamento urbano foi a criação do Plano Nacional de Logística e Transporte (PNLT) em 2007, a partir de um processo participativo público-privado, que estabelece vetores logísticos de acesso aos principais portos concentradores de cargas do país, tendo em vista agregar maior eficiência à infraestrutura nas regiões já desenvolvidas.

Segundo o Ministério dos Transportes e Ministério da Defesa (2007), os três principais objetivos que compõe o PNLT são (i) a partir de um sistema de informações georreferenciadas retomar o processo de planejamento do setor, (ii) a consideração dos custos da cadeia logística e a sua otimização e racionalização e (iii) mudanças no setor a partir do equilíbrio da atual matriz de transportes do país, utilizando de modo mais intensivo e aquedando os modos ferroviários e aquaviários devido às suas eficiências energéticas e produtividades no deslocamento de fluxos de maior densidade e distância de transporte.

Bernardes e Ferreira (2015) e Saches Junior (2008) afirmam, no entanto que por mais que haja o reconhecimento por parte da administração pública sobre os problemas relacionados ao transporte de cargas, os dados existentes sobre o tema se encontram no setor privado, fazendo dessa forma com que o setor público não realize ações que definam soluções técnicas adequadas e tampouco a análise do

transporte de carga no perímetro urbano. Allen et al. (2000) ressaltam o impasse entre setores públicos e privados, uma vez que o primeiro espera das empresas novos serviços logísticos, e estas, por sua vez, esperam do poder público a iniciativa de melhoramento do setor.

Silva e Marins (2014) concluem então que a logística da carga não é considerada em planos e ações estratégicas de planos de transportes, sendo que as rotinas de transporte de carga raramente implicam em condicionantes do planejamento urbano.

2.2.1 Os impactos do transporte de cargas

De acordo com a *UK Round Table on Sustainable Development* (1996), os impactos negativos das atividades de transporte de cargas são agrupados em quatro categorias: social, econômico, ambiental e operacional. Para The Centre for Sustainable Transportation (CST) (2005), a sustentabilidade do transporte em geral consiste em três vertentes: social, econômica e ambiental. Nesta pesquisa os três principais aspectos citados anteriormente serão tratados de forma a embasar a identificação dos indicadores relativos ao transporte de cargas nas cidades com características industriais e portuárias.

Com relação aos acidentes de trânsito envolvendo o transporte de cargas, conforme Delchiaro (2015), segundo dados do DETRAN, do total de 10327 mortes no trânsito entre 2010 e 2014, 2547 dessas mortes envolveram pelo menos um caminhão, o que representa 24% das vítimas fatais, sendo 60,6% dos casos colisões frontais ou traseiras.

O DETRAN revela, conforme a autora, que erros humanos como imprudência e falta de habilidade ou ausência de qualificação técnica, teórica e prática são as principais causas de acidentes envolvendo o transporte de cargas. Além disso, as diferenças nas condições de tráfego encontradas em vias urbanas e rurais também são causadoras de acidentes, seja por imprudência ou por inexperiência.

Outro impacto a ser apontado é a questão dos congestionamentos. O transporte de carga possui uma parcela significativa na ocorrência de problemas de tráfego em cidades com características industriais. No caso de veículos pesados, um

dos fatores que levam eles a impactarem no congestionamento, é o fato de trafegarem, normalmente, a uma velocidade mais lenta que os veículos menores (COMISSÃO EUROPEIA, 2007).

Ogden (1992) ao analisar o ponto de vista econômico, define a maneira que os custos afetam a eficiência do sistema de transporte de carga. Referente aos custos relacionados ao percurso da carga, são apontados os prejuízos causados pelos congestionamentos viários, nos quais os pedestres, ônibus, caminhões e carros competem por espaços e prioridades, sendo os caminhões responsáveis pelo atraso de outros usuários, que por sua vez também atrasam os caminhões, afetando assim o nível de serviço do tráfego em geral e o progresso do fluxo de caminhões. Um sistema viário precário, por sua vez, repercute nos custos, devido a aspectos como vias estreitas, manutenção insatisfatória do pavimento, sinalização inadequada, interseções com geometria e visibilidade inadequadas e obras de arte mal projetadas.

Conforme DOT (1998), os custos de congestionamento têm relação com o tempo adicional de viagem de pessoas e veículos comerciais, com a variação do consumo de combustível e outros custos operacionais pela redução de velocidade e com o aumento da variabilidade do tempo de viagem e do desgaste de motoristas e passageiros.

Por mais que o nível de toxicidade da emissão de poluentes dependa da utilização do combustível adequado, o transporte por veículos pesados é um dos maiores causadores de poluição atmosférica. Fato comprovado pela utilização do diesel como principal combustível neste tipo de transporte, por mais que a utilização de biodiesel, por exemplo, esteja em constante crescimento (RAMOS et al., 2014).

O impacto proveniente das emissões de CO₂ no transporte de cargas é um dos mais difíceis de se gerenciar, devido à participação gradativa do transporte rodoviário, do tamanho dos caminhões e, conseqüentemente, do consumo de energia, geração de ruídos e emissão de gases de combustão (COMISSÃO EUROPEIA, 2007).

A utilização de recursos finitos no transporte de cargas, além de insustentável, é altamente nocivo à saúde, uma vez que, além de contribuintes às mudanças climáticas e poluições do ar e atmosférica, impactam diretamente a saúde

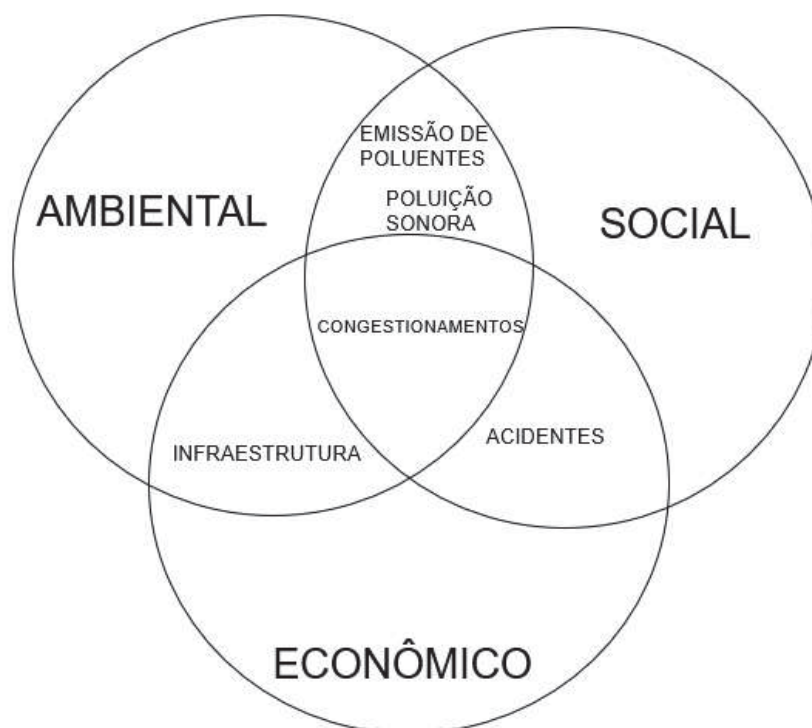
humana, causando infecções respiratórias, redução da função, ataque de asma e morte prematura (CST, 2001).

Além dos danos respiratórios, o tráfego de veículos pesados gera grande ruído local, tendo como seus efeitos adversos a irritação, dificuldade de comunicação, perda do sono e comprometimento cognitivo funcional (MCKINNON et al., 2010).

Conforme os autores, três elementares fontes de ruídos devem ser destacadas: o ruído de propulsão proveniente dos motores a velocidades inferiores a 50 km/h; o ruído pneumático, do contato com a estrada em velocidades acima de 50 km/h; e o ruído aerodinâmico, que aumenta quando o veículo acelera.

Em uma visão prática dos impactos gerados pelo transporte de cargas agregados nos aspectos social, econômico e ambiental, vale denotar a indissociabilidade desses três fatores, dada a ampla abordagem do tema estudado. Sendo assim, convencionou-se os impactos estudados a partir das seguintes associações (FIGURA 2).

FIGURA 2: RELAÇÃO ENTRE OS IMPACTOS CAUSADOS PELO TRANSPORTE DE CARGAS



FONTE: A autora (2019).

Apesar desta associação inicial descrita na FIGURA 2, destaca-se que, como parte do processo metodológico deste trabalho, será realizado um questionário com especialistas da área afim de determinar em quais dimensões (social, econômica e ambiental) cada indicador pode ser melhor inserido. Desta forma, ao final, outros indicadores serão inseridos nesta relação, ou seja, os indicadores não serão limitados aos descritos anteriormente, fazendo também parte da metodologia a proposição destes.

Vale também ressaltar que todo e qualquer impacto possui relação direta com o tipo e porte de indústria inserida na cidade, sendo estes de maior ou menor significância. Apesar de sua relevância, tal análise não fará parte do escopo deste trabalho, dada a necessidade de um estudo detalhado relacionando a natureza das indústrias com seus respectivos estudos de impacto ambiental.

2.3 PLANOS DE MOBILIDADE URBANA: O DESTAQUE NO TRANSPORTE DE CARGAS

A Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) é um dos eixos estruturadores da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano, que deve ser entendida como um conjunto de princípios, diretrizes e normas que norteiam a ação do poder público e da sociedade em geral, na produção e na gestão das cidades. A Política Nacional de Desenvolvimento Urbano deve estar inserida num projeto nacional de desenvolvimento econômico e social, integrando por meio de sua transversalidade as políticas setoriais. Políticas territoriais, participação social e destinação de recursos financeiros são de vital importância para combater as disfunções urbanas, externalidades negativas e desigualdades territorial e social existentes no país (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

Os planos de mobilidade devem atender às premissas da legislação, como a prioridade para meios não motorizados e estímulo do transporte coletivo, contrapondo-se à política nacional ainda em vigor, de incentivo à indústria automobilística por meio da redução de impostos para a aquisição de veículos (GUARESE, 2012)

Somente o tema transporte urbano de cargas é mencionado pela Lei Federal Nº 12.587/12 em nível municipal, sendo este, segundo a lei, um dos elementos principais do planejamento da mobilidade urbana, a ser tratado pelas administrações locais, juntamente ao transporte de passageiros. Esta tratativa, no entanto, não ocorre com o transporte de cargas em cidades com características industriais e portuárias.

Os trechos da referida lei mostram a superficialidade com que o TUC é tratado, e também a inexistência de menção ao TC.

Art. 4º. Para os fins desta Lei, considera-se:

IX - Transporte urbano de cargas: serviço de transporte de bens, animais ou mercadorias.

Art. 23. Os entes federativos poderão utilizar, dentre outros instrumentos de gestão do sistema de transporte e da mobilidade urbana, os seguintes:

VI - Controle do uso e operação da infraestrutura viária destinada à circulação e operação do transporte de carga, concedendo prioridades ou restrições.

Art. 24. O Plano de Mobilidade Urbana é o instrumento de efetivação da Política Nacional de Mobilidade Urbana e deverá contemplar os princípios, os objetivos e as diretrizes desta Lei, bem como:

VI - a operação e o disciplinamento do transporte de carga na infraestrutura viária (BRASIL, 2012).

Em 2015, o Ministério das Cidades criou um material intitulado “Caderno de Referência para Elaboração de Planos de Mobilidade Urbana”, com objetivo de orientar municípios e estados a construírem seus Planos de Mobilidade Urbana. Esse documento contempla os temas necessários para a elaboração de Planos de Mobilidade Urbana, de acordo com os preceitos da Política Nacional de Mobilidade Urbana, Lei Nº 12.587/2012, dentre esses temas, insere-se o transporte urbano de cargas (BRASIL, 2015).

Ao se analisar o Caderno, as primeiras citações sobre o tema da distribuição urbana de cargas se encontram no Capítulo 3. No Capítulo 4, no âmbito da distribuição urbana de cargas, destacam-se três meios de transportes alternativos aos utilizados nos centros urbanos: bicicletas e motocicletas. Ao longo do material, apenas a distribuição urbana de mercadorias e o controle da circulação do transporte de cargas em centros urbanos é tratado, como segue.

O Plano de Mobilidade Urbana deve contemplar o transporte de cargas urbanas e suas operações associadas (carga e descarga, estacionamento, rotas), para evitar problemas na circulação viária e mitigar impactos ambientais (vibrações, ruído, contaminação do ar, contaminação do solo,

resíduos sólidos e líquidos, acidentes com cargas perigosas). [...] O Plano de Mobilidade Urbana deve conter estudos específicos sobre a circulação de carga urbana, identificando os tipos, o volume e as especificidades da movimentação, e estabelecer ações específicas de transporte e trânsito que contemplem, pelo menos, os seguintes aspectos: regulamentação do transporte de carga, definição de rotas preferenciais e de vias de uso proibido e sinalização específica para veículos de carga (orientação e restrição)” (BRASIL, 2015).

A citação a seguir retrata com superficialidade o transporte de cargas, sendo a única referência ao tema em todo o conteúdo do Caderno.

Tão importante quanto o deslocamento das pessoas é o transporte de cargas, sendo necessário conhecer o seu perfil e necessidades, principalmente para o escoamento da produção agrícola ou de indústrias localizadas na área rural; neste caso é necessário conhecer a sua sazonalidade, o volume de produção e as características para o transporte de cada produto, que podem exigir tipos de veículos específicos e cuidados especiais. Com base nestas informações, o município poderá planejar as suas intervenções sobre a infraestrutura, estabelecer diretrizes para o crescimento da zona rural do município, elaborar projetos e buscar parcerias junto aos órgãos estaduais e federais, e mesmo junto à iniciativa privada para abertura, extensão ou alargamento de vias, pavimentação das existentes, melhoria da sinalização e outras medidas que contribuam para o desenvolvimento da zona rural e do município como um todo (BRASIL, 2015).

A partir da análise do Caderno, é de fato perceptível a crescente mobilização de esforços para a melhoria da mobilidade urbana nas cidades brasileiras, porém é evidente a superficialidade com que a distribuição de cargas no meio urbano é tratada. Apesar de ser incessantemente discutida a importância dessa atividade para o desenvolvimento, manutenção e suprimento das necessidades de uma cidade, dois pontos devem ser ressaltados: (i) as propostas apresentadas ficam aquém da real dimensão que deveria ser considerada a distribuição urbana de mercadorias, principalmente no que se diz respeito às cidades com população inferior a 250 mil habitantes (ii) e a e a inexistência de medidas para mitigar os efeitos causados pelo transporte de cargas em cidades com características industriais (QUADRO 2).

QUADRO 2: INCIDÊNCIA PROVÁVEL DE TEMA PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE MOBILIDADE URBANA POR CLASSE DE CIDADES

TEMAS	20 A 60 MIL	60 A 100 MIL	100 A 250 MIL	250 A 500 MIL	MAIS DE 500 MIL
Integração da mobilidade com o planejamento e ordenação do solo urbano	*	*	*	*	*
Classificação, hierarquização do sistema viário e organização da circulação	*	*	*	*	*
Implantação e qualificação de calçadas e áreas de circulação a pé	*	*	*	*	*
Criação de condições adequadas à circulação de ciclistas	*	*	*	*	*
Priorização do transporte coletivo e implantação de sistemas integrados		*	*	*	*
Política tarifária e redução do custo do transporte coletivo urbano			*	*	*
Instrumentos para o controle e o desestímulo ao transporte individual motorizado				*	*
Promoção da acessibilidade universal	*	*	*	*	*
Circulação viária em condições seguras e humanizadas	*	*	*	*	*
Acessibilidade, transporte coletivo e escolar para a área rural	*	*	*	*	*
Transporte de carga				*	*
Transporte de carga nos centros industriais					
Estruturação institucional	*	*	*	*	*

FONTE: Adaptado de Brasil (2015).

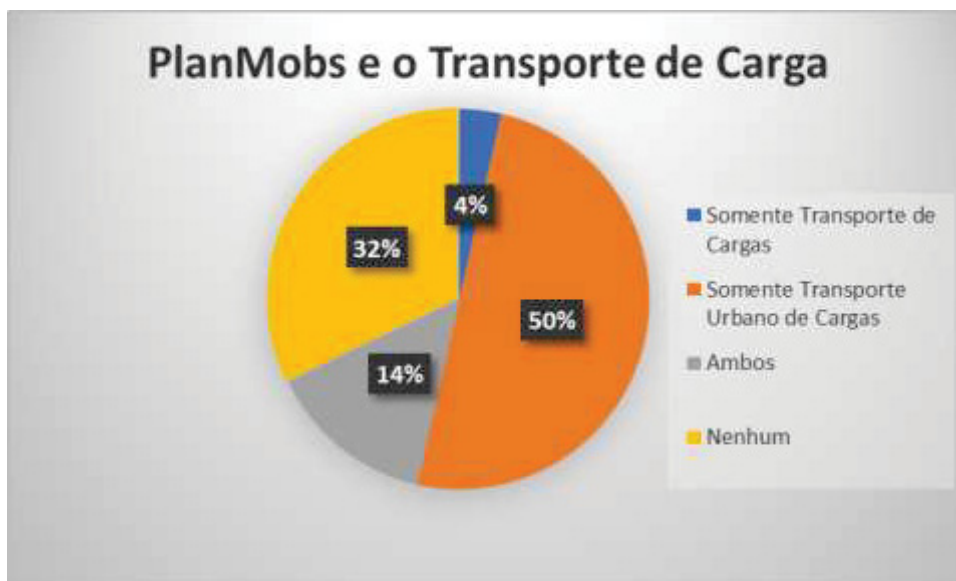
Por fim, Mendonça e Frazzon (2014) denotam certa atenção ao fato de que para que os planos de mobilidade alcancem os objetivos propostos por lei, medidas que levem em consideração o transporte de cargas devem ser tomadas. Porém, os autores destacam que, pelo fato de cada cidade possuir características e peculiaridades distintas, elas devem ser analisadas de forma isolada a partir de uma investigação dos problemas de cada local e das possíveis estratégias exequíveis em cada cenário político, econômico e social específico.

2.3.1 Análise dos Planos de Mobilidade Urbana brasileiros

No capítulo anterior, foi possível perceber a inexistência da exigência de estudos de transporte de carga, principalmente em cidades com características industriais, tanto na PNMU de 2012 quanto do Caderno elaborado pelo Ministério das Cidades em 2015. Além disso, constatou-se a superficialidade com que o tema transporte urbano de cargas é tratado.

A fim de evidenciar as falhas contidas na lei, foram analisados 166 planos de mobilidades de cidades brasileiras, já disponíveis publicamente, sendo que deste montante apenas 30 fizeram menção ao transporte de cargas. O GRÁFICO 1 demonstra estes dados em termos percentuais, analisando separadamente a menção ao transporte de cargas, transporte urbano de cargas e ambas as modalidades nos planos estudados.

GRÁFICO 1: PLANOS DE MOBILIDADE E O TRANSPORTE DE CARGA



FONTE: A autora (2019).

Sendo assim, mais da metade dos planos estudados apresentam menção ao transporte urbano de cargas, totalizando 64%, 32% não mencionam nenhum dos dois temas e apenas 18% dos planos tratam do transporte de cargas propriamente dito.

Com relação às características das cidades estudadas, tem-se 46 cidades com características industriais ou portuárias e apenas 15 destas fizeram menção ao transporte de carga em seus planos, e das 30 cidades que tratam do tema, 15 não possuem necessariamente características industriais ou portuárias.

A seguir, o QUADRO 3 mostra a relação das cidades que citam, o transporte de carga em seus planos, bem como o transporte urbano de cargas, os tipos de propostas que cada plano sugere para o TC, e o devido destaque às cidades com características industriais e portuárias.

QUADRO 3: MENÇÃO AO TRANSPORTE DE CARGAS NOS PLANOS DE MOBILIDADE URBANA

(continua)

CIDADE	CARACTERÍSTICA	TRANSPORTE URBANO DE CARGA	TRANSPORTE DE CARGA
ADAMANTINA	COMERCIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	Regulamentação do setor Intermodalidade Melhoria de infraestrutura Implantar placas indicativas de trânsito nas principais rotas de acesso até os principais destinos
ALMIRANTE TAMANDARÉ	INDÚSTRIAS MINERADORAS E DE ÁGUA MINERAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	Melhoria de infraestrutura Regulamentação do setor Identificar corredores viários e rotas obrigatórias e preferenciais para a circulação das cargas. Implantação de centros de distribuição
ALTO VALE DO ITAJAÍ	Rodovias dentro de centros urbanos e escoamento de produção	Ordenação e restrição espacial e temporal	Intermodalidade Implantação de Porto Seco Melhoria de infraestrutura
ANGATUBA	SERVIÇOS	Ordenação e restrição espacial e temporal	Implantação de rotas especiais
ARACAJU	TURISMO	Melhoria de infraestrutura	Implantação de rotas especiais Melhoria de infraestrutura
ARAÇOIABA DA SERRA	SERVIÇOS	Ordenação e restrição espacial e temporal Melhoria de infraestrutura	Melhoria de infraestrutura

(continuação)

CIDADE	CARACTERÍSTICA	TRANSPORTE URBANO DE CARGA	TRANSPORTE DE CARGA
ARMAÇÃO DE BUZIOS	TURISMO	Ordenação e restrição espacial e temporal	Restrição espacial e temporal de circulação e estacionamento de caminhões
BAGÉ	AGRICULTURA	NADA	Melhoria de infraestrutura
			Criação de eixo de carga
			Implantação de centros de distribuição
BALNEÁRIO PIÇARRAS	PORTUÁRIA	Operação da distribuição de mercadorias na área urbana através de Veículos Urbanos de Carga com limitações dimensionais e de carga.	Intermodalidade
BELÉM	INDUSTRIAL	Implantar Zona de Máxima Restrição de Circulação	
		Regulamentação do setor	
		Ordenação e restrição espacial e temporal	Implantação de centros de distribuição
BENTO GONÇALVES	AGRICULTURA	NADA	Implantação de Porto Seco
			Melhoria de infraestrutura
			Intermodalidade
			Restrição espacial e temporal de circulação e estacionamento de caminhões
BERTIOGA	TURISMO	Ordenação e restrição espacial e temporal	Melhoria de infraestrutura
BLUMENAU	INDUSTRIAL (TÊXTIL)	Ordenação e restrição espacial e temporal	NADA
BOTUCATU	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	NADA
CAÇAPAVA DO SUL	AGROPECUÁRIA	Ordenação e restrição espacial e temporal	Considerar as questões de logística empresarial no sistema de mobilidade urbana
CAMPO GRANDE	INDUSTRIAL	Reserva de espaço adicional para carga e descarga dentro do lote,	NADA

(continuação)

CIDADE	CARACTERÍSTICA	TRANSPORTE URBANO DE CARGA	TRANSPORTE DE CARGA
CATANDUVA	COMERCIAL	Definição e regulação dos espaços e dos pontos e gestão do processo de carga e descarga.	Plano de gestão de cargas
CERQUILHO	INDUSTRIAL	NADA	NADA
CHAPÉCÓ	INDUSTRIAL (EMBUTIDOS)	Ordenação e restrição espacial e temporal	NADA
CONTAGEM	INDUSTRIAL	Elaborar Plano de Ação de Logística de Distribuição e Abastecimento de Contagem	NADA
CORUMBÁ	INDUSTRIAL	NADA	Manutenção e adequação do porto de cargas existente
CURITIBA	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	Construção de porto de cargas novo
FARROUPILHA	INDUSTRIAL	NADA	Melhoria de infraestrutura
FAZENDA RIO GRANDE	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	Fiscalização de emissão de poluentes e ruído
FORTALEZA	INDUSTRIAL (TÊXTIL)	Ordenação e restrição espacial e temporal Elaboração de estudo específico para a identificação dos perfis dos comércios, visando adequar a estrutura urbana do local, mantendo os comércios varejistas e relocando os atacadistas para proximidades das rodovias de acesso	Implantação de centros de distribuição
GOIÂNIA	INDUSTRIAL	NADA	NADA
ITAJAÍ	PORTUÁRIA	Ordenação e restrição espacial e temporal	NADA
ITANHÁEM	SERVIÇOS	Ordenação e restrição espacial e temporal	Implantação de centros de distribuição
ITAPOÁ	PORTUÁRIA	Ordenação e restrição espacial e temporal	NADA
JOINVILLE	INDUSTRIAL (MECÂNICO)	Ordenação e restrição espacial e temporal	Melhoria de infraestrutura
JUIZ DE FORA	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	Implantação de Porto Seco
			NADA

(continuação)

CIDADE	CARACTERÍSTICA	TRANSPORTE URBANO DE CARGA	TRANSPORTE DE CARGA
LENÇÓIS PAULISTA	INDUSTRIAL	NADA	NADA
MAIRINQUE	INDUSTRIAL	NADA	NADA
MAIRIPORÃ	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	NADA
MANAUS	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	Melhoria de infraestrutura
MANDAGUARI	INDUSTRIAL	NADA	NADA
MOGI DAS CRUZES	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	Melhoria de infraestrutura
MONTE ALTO	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	Implantação de centros de distribuição
OSASCO	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	NADA
PARANAGUÁ	PORTUÁRIA	Ordenação e restrição espacial e temporal	NADA
			Criação de zona permitida para instalação de empresas geradoras de tráfego pesado
			Intermodalidade
			Restrição espacial e temporal de circulação e estacionamento de caminhões
PETROLINA	AGRICULTURA	NADA	Regulamentação do setor
PIRACICABA	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	Fiscalização de emissão de poluentes e ruído
PORTO ALEGRE	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	NADA
			Diagnosticar a composição do trânsito de cargas gerais e perigosas na cidade através de contagens, pesquisas de campo e junto às empresas, e identificar as principais rotas de circulação
			NADA
			NADA
RIO DO SUL	INDUSTRIAL	NADA	Melhoria de infraestrutura
RONDONÓPOLIS	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	Segregação de acessos ao porto
SALTO DE PIRAPORA	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	NADA
SANTOS	PORTUÁRIA	NADA	Melhoria de infraestrutura
SÃO CAETANO DO SUL	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	Segregação de acessos ao porto
SÃO JOAQUIM DE BICAS	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	NADA

(conclusão)

CIDADE	CARACTERÍSTICA	TRANSPORTE URBANO DE CARGA	TRANSPORTE DE CARGA
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	NADA
SÃO LUÍS	SERVIÇOS	Ordenação e restrição espacial e temporal	Intermodalidade
SÃO MANUEL	INDUSTRIAL	NADA	NADA
SÃO PAULO	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	Incentivo ao uso de tecnologias veiculares para o transporte de carga que reduzam a poluição ambiental e elevem as condições de conforto e segurança
		Incentivar a implantação de mini terminais de carga como equipamento logístico para o abastecimento do comércio varejista em áreas de grande concentração	Intermodalidade
SETE LAGOAS	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	Implantação de centros de distribuição
SOROCABA	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	Implantação de um Centro de Distribuição Intermodal de Carga
TAUBATÉ	INDUSTRIAL	NADA	NADA
TIMBÓ	INDUSTRIAL	NADA	NADA
VALINHOS	SERVIÇOS	NADA	Melhoria de infraestrutura
VENÂNCIO AIRES	INDUSTRIAL	Ordenação e restrição espacial e temporal	NADA
VOLTA REDONDA	INDUSTRIAL	NADA	NADA
VOTORANTIM	INDUSTRIAL	NADA	NADA

FONTE: A autora (2019).

Com relação às cidades, foram consideradas como características as principais atividades econômicas exercidas em cada município, sendo então funções comerciais, industriais, de serviços, turismo, agrícola e portuária, além de cidades que possuem rodovias dentro de centros urbanos ou escoamento de produção. Esta caracterização foi feita em função da menção do TC e TCU e, especificamente para cidades industriais e portuárias, a falta de menção.

Cada medida proposta para o TC e para o TCU será explanada a seguir, conforme os planos de mobilidade estudados, lembrando que no conjunto, uma ou mais medidas podem ser adotadas.

Ordenação e restrição espacial e temporal: Refere-se, dentre as principais medidas, o disciplinamento da circulação e do estacionamento de veículos; a implantação de pontos para embarque e desembarque de passageiros e de cargas com regulamentação de horários; a organização dos deslocamentos realizados por veículos rodoviários de cargas na cidade, especialmente em áreas de alta circulação de pedestres, residenciais e de proteção e preservação ambiental e a atualização das restrições de circulação; a abrangência permitida à circulação de veículos de carga e descarga no centro e regularização das demais áreas da cidade; a limitação da circulação de veículos pesados de carga na região central, em vias estruturais e coletoras, regulamentando horários específicos para carga e descarga; ou a proibição de estacionamento permanente de caminhões (carga, guinchos, fretes) nas vias residenciais.

Restrição espacial e temporal de circulação e estacionamento de caminhões: Permissão de circulação de veículos de carga de grande porte apenas em horários pré-determinados, de baixo volume de tráfego; definição, a partir de estudos específicos, as vias e horários em que será permitida a circulação de veículos de carga de grande porte; independente do porte, os veículos de carga só poderão estacionar para a realização das operações de carga e descarga em locais e horários determinados e sinalizados, a serem definidos a partir de estudos específicos, ou mediante autorização especial formalmente emitida pelo Poder Público Municipal; ou ampliação de ações de fiscalização sobre as proibições de fluxos e horários para veículos pesados.

Melhoria de infraestrutura: Correções em vias de grande circulação de veículos transportadores de carga (médio e de grande porte): geometria,

cruzamentos, pavimentação; duplicação de rodovias que cortam municípios para garantir a fluidez; criação de anéis rodoviários e desvios de cargas das áreas urbanas; implantação de infraestrutura especializada nas áreas de carga e descarga, plataformas logísticas para distribuição, armazenamento, segurança e intermodalidade; ou ampliação da malha viária municipal deverão considerar alternativas para o transporte de cargas nos diversos lugares da cidade.

Regulamentação do setor: Coibição do transporte irregular de carga e ampliação do monitoramento preventivo no deslocamento de cargas perigosas; consolidação e aprimoramento da regulamentação do setor visando à melhoria na circulação e operações associadas de bens e mercadorias; ou criação de leis que obriguem os veículos de transporte de carga a controlar suas emissões de contaminantes.

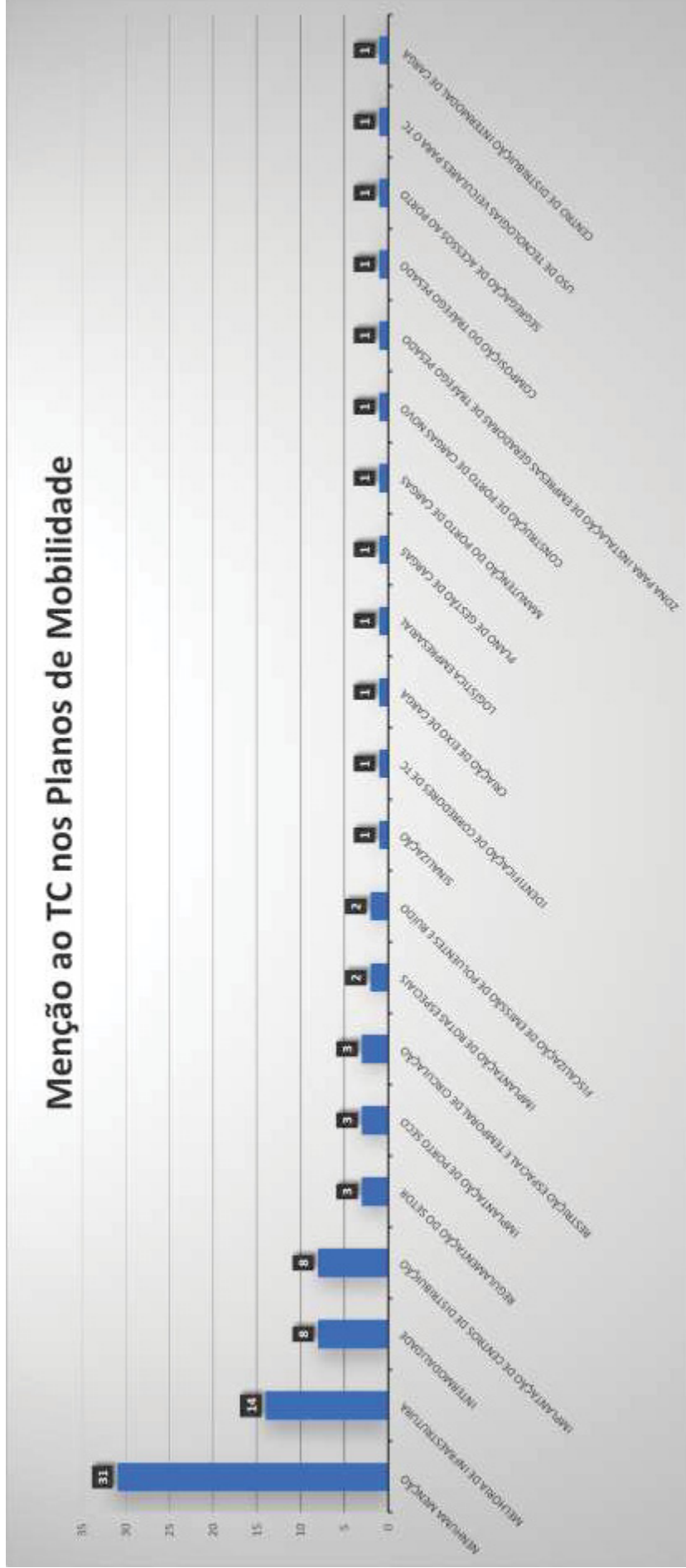
Intermodalidade: Ampliação e aperfeiçoamento da intermodalidade do transporte de cargas no município; implantação de corredores ferroviários e aeroviários; elaboração de Plano de Logística de Transporte de Cargas Integrado-Rodoviário/Ferroviário/Marítimo; ou incentivo à implantação de terminais que propiciem a intermodalidade e multimodalidade dos transportes de carga.

Implantação de centros de distribuição: Reserva de áreas para implantação de centros de distribuição, em função do zoneamento e das novas necessidades do setor, procurando localizá-los próximos a entroncamentos rodoviários e interseções, distantes de áreas residenciais; criação de polo logístico para o transbordo de cargas locais e regionais, também, próximo às rodovias, visando atender à demanda do comércio, e ainda, limitar o acesso de veículos de carga de grande porte nas regiões mais adensadas.

Implantação de rotas especiais: rotas especiais para veículos de carga e de produtos perigosos; estabelecimento de rotas preferenciais, segundo a organização da logística de carga urbana.

Das 55 medidas propostas para o transporte de cargas nos planos apresentados no Quadro 2, 14 estão relacionadas à melhoria de infraestrutura, 8 à intermodalidade, 8 à implantação de centros de distribuição, 3 à regulamentação do setor, 3 à implantação de porto seco, 3 à restrições espaciais e temporais, 2 à implantação de rotas especiais, 2 à fiscalização e o restante das menções relacionadas a outras medidas (12 diferentes medidas), como mostra o GRÁFICO 2.

GRÁFICO 2: MENÇÃO AO TC NOS PLANOS DE MOBILIDADE



FONTE: A autora (2019).

Estes dados, no entanto, vão além da negligência do tema no tocante legislativo, mostrando também que, mesmo tímida e superficialmente, as cidades vêm implementando o transporte de carga em seus planos, o que demonstra a sua importância em termos de política de mobilidade urbana. Vale também ressaltar a escassez do tema em cidades com características industriais e portuárias, sendo estas as que mais sofrem impactos do transporte de cargas na mobilidade urbana, sejam estes social, econômico ou ambiental.

2.4 INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL

A seguir serão abordados com maior nível de detalhamento alguns conceitos que norteiam o entendimento de indicadores, sustentabilidade urbana e mobilidade urbana sustentável, assim como diversas metodologias de indicadores de mobilidade urbana sustentável propostas ao longo do tempo.

2.4.1 Conceituação de indicadores: da sustentabilidade urbana à mobilidade urbana sustentável

A conceituação inicial de indicadores remete à seleção de variáveis para auxílio na operacionalidade de objetivos e redução da complexidade no gerenciamento de sistemas. Conforme Gudmundsson (2004), indicadores podem nortear políticas e análises técnicas, além de, quando relacionados a metas e objetivos, tornarem-se métricas de performance.

Maclaren (1996) entende que indicadores simplificam fenômenos complexos, apontando sua atual condição ou estado. Na maioria dos casos, um conjunto de indicadores são utilizados para caracterizar um determinado problema, visto que apenas um indicador dificilmente retratará uma situação em sua completude.

Indicadores são caracterizados, além de sua quantificação, pela relevância ao que se deseja mensurar, pela sua fácil compreensão, confiabilidade e acessibilidade dos dados (SUSTAINABLE MEASURES, 2006).

No contexto urbano, indicadores permitem a extração de elementos estruturantes para o planejamento estratégico e gestão de municípios, tornando-se

uma ferramenta relevante em tomadas de decisões a partir da análise da evolução do sistema de indicadores propostos para tal. A eficiência de um sistema de indicadores urbanos depende da sua capacidade de análise estrutural da cidade e do comportamento humano, além do monitoramento de deficiências e potencialidades para a verificação da implementação das estratégias propostas e seus impactos no meio em que se inserem (MARTINEZ E LEIVA, 2003).

Com relação aos indicadores de sustentabilidade urbana, esses integram os aspectos sociais, econômicos e ambientais, abordando uma visão a longo prazo, equilíbrio e participação de diversos atores, permitindo retratar tais ligações e medir a equidade inter e intragerações nas mais diversas regiões geográficas (MACLAREN, 1996). Para o autor, bons indicadores de sustentabilidade urbana devem ser cientificamente válidos, representativos de diversas condições, sensíveis a mudanças, passíveis de comparação, de custo razoável para coleta e aplicação e atrativos à mídia.

Da necessidade de se incorporar os conceitos de sustentabilidade nos sistemas de mobilidade urbana na gestão e planejamento de cidades, surgiram diversos estudos sobre indicadores de mobilidade urbana sustentável, sendo esses, segundo Gudmundsson (2004), frequentemente utilizados para comparação de desenvolvimento de sistemas e política.

Estados Unidos, Canadá e alguns países da Europa têm adotado indicadores de mobilidade sustentável como um modo de avaliar e monitorar a mobilidade em nível local (GUDMUNDSSON, 2001, GUDMUNDSSON 2004). Em cada um destes países foi utilizado um enfoque diferente para o emprego do conceito de mobilidade sustentável valendo-se de indicadores (NICOLAS et al., 2003).

Na Europa, por exemplo, são adotadas medidas de integração das questões ambientais com as demais políticas públicas; nos Estados Unidos os indicadores estão sendo utilizados para a elaboração de planos estratégicos em todos os níveis e no Canadá são utilizados elementos e estruturas advindas das experiências europeias e norte americanas (SILVA et al., 2007).

Independente do seu enfoque ou abrangência, no que concerne aos níveis de análise dos indicadores de mobilidade urbana sustentável, estes, segundo o TRB (2008), devem refletir tais aspectos:

- Processo de tomada de decisão que amplie a qualidade da metodologia de planejamento;
- Respostas às intervenções no sistema de transportes, retratando mudanças nos padrões de viagens;
- Impactos no sistema, como emissões de poluentes e taxas de acidentes;
- Efeitos do sistema de transportes sobre as pessoas e o ambiente;
- Efeitos econômicos, como custos de acidentes para a sociedade.

Gudmundsson (2004), por sua vez, define os seguintes tipos de indicadores de sustentabilidade urbana:

- **Descritivos:** descrevem o estado ou a tendência da questão a ser analisada, qualitativa ou quantitativamente, como por exemplo a emissão de CO₂ dos modos de transporte em uma região de estudo;
- **De performance:** comparam estados ou tendências com padrões, normas ou referência, representam métricas, por exemplo a emissão de ruídos pelos modos de transporte comparada com os limites de norma;
- **De eficiência:** incluem proporções, relações ou combinações de tendências descritivas, representam a relação entre os resultados obtidos e os recursos empregados, como por exemplo a eficiência média dos combustíveis;
- **De efetividade de políticas:** monitoram o papel das políticas nas mudanças observadas, como por exemplo o efeito das legislações sobre limite de emissões de gases nocivos;
- **Índices:** agregam uma série de indicadores de forma quantitativa, como por exemplo, o Índice de Desenvolvimento Humano.

O mesmo autor ainda pontua algumas características operacionais importantes dos indicadores de mobilidade, como a qualidade dos dados base, provisão de uma figura representativa, redução da complexidade, fundamentação teórica baseada em termos técnicos e científicos e atualização em intervalos regulares, de acordo com processos confiáveis.

2.4.2 Metodologias propostas para indicadores de mobilidade sustentável

No decorrer dos anos, vários autores propuseram metodologias diferentes para indicadores de mobilidade urbana sustentável. As propostas mais relevantes para o desenvolvimento deste trabalho serão discutidas mais detalhadamente a seguir.

- a) **Proposição de Banister et al. (2000):** os autores apresentam 17 indicadores obtidos a partir de um inventário das questões chaves relacionadas com transporte e desenvolvimento sustentável, tendo por base uma revisão de vários trabalhos. Para cada dimensão da sustentabilidade, são definidas questões como acessibilidade, segurança, saúde, entre outras, e para cada uma apresentam-se potenciais indicadores visando o desenvolvimento de objetivos para cada questão da sustentabilidade, como mostra o QUADRO 4.

QUADRO 4: INDICADORES DE BANISTER ET AL. (2000)

DIMENSÕES	QUESTÕES	INDICADORES
Social	Acessibilidade	Distância a pé para o local de serviços/atividades
	Saúde	Incidentes relacionados a doenças de transporte
		Número de dias com baixa qualidade do ar
	Segurança	Taxa de acidentes nas vias (mortos e feridos)
	Ruído	Proporção da população afetada por ruído
Econômica	Intrusão visual	Proporção da população afetada por intrusão visual
	Congestionamento	Km-veículo/comprimento da via
	Corrosão construtiva	Emissão de NOx
	Danos a vias e pontes	HGV veículo-Km
Ambiental	Redução de recursos	Consumo energético
	Mudança climática	Emissão de CO ₂
		Perda de terra cultivável
	Acidificação	Emissão de NOx
	Poluição do ar	Emissão de Nox, VOCs, CO e outros
	Geração de lixo	Veículos destruídos/veículos reciclados
	Poluição das águas	Emissão de NOx
	Intrusão de infraestrutura	Comprimento da infraestrutura de transporte

FONTE: Banister et al. (2000).

- b) **Projeto TRANSPLUS:** O Projeto TRANSPLUS (TRANSport Planning, Land Use and Sustainability) teve como objetivo identificar as melhores

práticas com relação às políticas de transportes e usos do solo para obtenção de melhoria da mobilidade urbana na Europa. Isso se deu essencialmente através da redução do uso do automóvel, com vistas à promoção de melhorias ambientais, sociais e econômicas (MAGAGNIN, 2008 apud TRANSPLUS, 2003). O trabalho desenvolveu estudos de caso de dez cidades europeias, e como resultados apresentou indicadores de uso do solo e transporte e políticas integradas de uso do solo e transporte, e modelos de análise, resultados de investigação de programas implementados nas cidades analisadas e sua eficácia, para interessados em estudar ou resolver os problemas de mobilidade (GUARESE, 2012). Segundo o autor, o projeto se propôs a estudar o tema transporte, uso do solo, participação da sociedade e sustentabilidade, como apresentado no QUADRO 5.

QUADRO 5: DIRETRIZES PARA MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL DO PROGRAMA TRANSPLUS

(continua)

Diretrizes para a mobilidade urbana sustentável - Programa TRANSPLUS	
Promoção do transporte coletivo	Trabalhar a acessibilidade e alternativas de transporte (caminhos de pedestres, transporte público, partilha de automóveis, etc.) estimulando a utilização mista dentro das cidades e reduzindo a dependência do automóvel e do transporte motorizado individual
	Criação de zonas “car free”, baseado no pressuposto de que para proprietários sem automóvel é mais atraente viver num ambiente em que o impacto dos automóveis nos níveis de ruído, qualidade atmosférica, segurança ou estética é reduzido ou inexistente
	Criar regras de estacionamento na política de localização e nos regulamentos de construção, pensando o planejamento de novos empreendimentos com restrição ao automóvel
Políticas orientadas à redução da necessidade de deslocamento	Criar políticas locais e regionais que integrem uso do solo, orientadas para a redução da necessidade de grandes deslocamentos, mantendo a integração espacial e o acesso a serviços e oportunidades
	Estudar a estratégia de ‘concentração descentralizada’, que prevê a concentração do crescimento urbano em sub-centros em torno de nós ou corredores de transporte público
Promoção de meios não motorizados	Trabalhar as possibilidades de acesso por meios não motorizados com: políticas de criação de novos centros, regeneração de espaços abandonados, oferta de comércio, lazer e serviços em áreas próximas da habitação

(continuação)

Diretrizes para a mobilidade urbana sustentável - Programa TRANSPLUS	
Promoção de meios não motorizados	Desenvolvimento de uma estratégia para pedestres/ ciclistas: criação uma rede ciclável hierarquizada e adaptada à dimensão da cidade num ambiente atraente e que faça a ligação entre diferentes locais e facilidades, além de estar ligados às redes regionais. Simultaneamente, os conflitos entre ciclistas, pedestres e automóveis devem ser reduzidos
	Desenvolvimento da utilização mista das curtas distâncias: como a distância curta de deslocamento é a razão principal para a escolha de meios não-motorizados, a estrutura urbana é de importância primordial para a promoção de deslocamentos de pedestres e de bicicleta
Promoção de alternativas de transporte	Criar alternativas atraentes e amigas do ambiente para competir com os automóveis particulares mesmo para deslocamentos de longa distância
	Combinação de ferrovias para transporte de passageiros com esquema de taxação da via pública, encorajando uma maior utilização dos transportes ferroviários de passageiros e gerando receitas para pagá-los
Aspecto social/participação da comunidade	Reduzir as disparidades de custo de vida, deslocamentos e prestação de serviços públicos, sem dificultar o desenvolvimento das economias urbanas e regionais
	Facilitar o acesso a um leque maior de empregos no mercado de trabalho local
	Reforçar as ligações entre as diferentes esferas e instituições através da cooperação, assim como com parceiros privados e comunidade, buscando redes de discussão de transporte e uso do solo e participação integrada para decisão de políticas, atividades de planeamento, implementação e monitoramento
	Manter o processo totalmente participativo, com a população envolvida e com informação sobre as discussões e definições, criando redes de discussão permanente entre diversos segmentos sociais nos setores de transportes e uso do solo
Integração de políticas	Promover a integração entre os responsáveis pelo planeamento dos transportes e do uso do solo nos municípios, para que a estrutura administrativa colabore com a adoção das novas políticas coerentes nos dois setores com um objetivo comum
	Facilitar a implementação de programas de cooperação regional em que cidades com problemas e objetivos semelhantes se associam para atingir objetivos semelhantes
	Facilitar a transposição de formas institucionais cuja eficácia já se encontre comprovada (por exemplo autoridades regionais, projetos de associações público-privadas, formas de associação intermunicipal, etc.)
Aspecto ambiental	Definir objetivos para a qualidade do ar na região destinados a evitar, impedir ou reduzir os efeitos nocivos à saúde humana e ao ambiente em geral e avaliar a qualidade do ar na região com base em métodos e critérios comuns

(conclusão)

Diretrizes para a mobilidade urbana sustentável - Programa TRANSPLUS	
Aspecto ambiental	Promover a utilização de veículos de emissões reduzidas para os transportes públicos
	Renovação de estações ferroviárias e das áreas circundantes às estações constituindo novos centros e portas de entrada para a cidade. A regeneração do edifício da estação, incluindo a preservação de estruturas históricas, pode melhorar a sua integração no ambiente urbano endossando uma diversidade de utilizações 25 perto da estação, por exemplo, locais de trabalho, habitação, comércio, facilidades de lazer ou culturais e serviços, etc.
Planejamento uso do solo	Promover um desenvolvimento regional mais equilibrado através da redução das disparidades nas atividades econômicas e da manutenção da viabilidade das comunidades rurais e urbanas
	Políticas de usos do solo para aumento da densidade urbana ou do uso misto de solo, integradas com medidas que tornem os deslocamentos de automóveis mais caros
Transferência de boas práticas	Estabelecimento e manutenção de bases de dados de instrumentos de políticas, boas práticas, etc.
	Organização de “workshops”, mesas redondas, visitas individuais, em que os responsáveis pelo planejamento ou os decisores políticos das diferentes autoridades (nacionais, regionais e locais) se encontram e trocam as suas experiências sobre práticas dignas de nota
	Promover redes regionais para aumentar a acessibilidade a conhecimentos partilhados por parte dos envolvidos no planejamento de mobilidade e usos do solo

FONTE: TRANSPLUS (2003).

- c) **Projeto PROPOLIS:** Com 35 indicadores (QUADRO 6), o *Propolis Planning and Research of Policies for Land Use and Transport for Increasing Urban Sustainability* é um projeto de pesquisa que iniciou em 2000 e realizou estudos em diversos países, pesquisando e avaliando políticas e estratégias de desenvolvimento. Segundo Guarese (2010), o projeto teve como objetivos pesquisar, desenvolver e testar o uso integrado da terra e políticas de transporte, ferramentas e metodologias de avaliação global, para definir estratégias de sustentabilidade e demonstrar os seus efeitos em cidades europeias. Buscou ainda encontrar políticas que poderiam melhorar simultaneamente as três dimensões de sustentabilidade, analisando, através de indicadores próprios.

QUADRO 6: INDICADORES PROPOSTOS PELO PROJETO PROPOLIS

DIMENSÕES	TEMA	INDICADORES
Ambiental	Mudança climática global	Gases do efeito estufa provenientes do tráfego
	Poluição do ar	Gases acidificantes provenientes do tráfego
		Compostos orgânicos voláteis provenientes do tráfego
	Consumo dos recursos naturais	Consumo de produtos à base de óleos minerais no tráfego
		Cobertura vegetal
		Necessidades de construções adicionais
	Qualidade ambiental	Fragmentação do espaço público
		Qualidade do espaço público
Social	Saúde	Exposição à PM proveniente do tráfego no ambiente em que vivem
		Exposição à NO ₂ proveniente do tráfego no ambiente em que vivem
		Exposição à poluição sonora proveniente do tráfego
		Acidentes de trânsito
		Mortes no trânsito
	Igualdade	Justiça na distribuição de recursos econômicos
		Justiça na exposição à PM
		Justiça na exposição à NO ₂
		Justiça na exposição a ruídos
		Segregação
	Equidade	Padrão de habitação
		Vitalidade do centro da cidade
		Vitalidade das regiões circundantes
		Ganho de produtividade a partir do uso da terra
	Acessibilidade e tráfego	Tempo total gasto no trânsito
		Nível de serviço dos transportes públicos e modos lentos
		Acessibilidade ao centro da cidade
		Acessibilidade aos serviços
		Acessibilidades aos espaços públicos
Econômica	Benefício líquido total do transporte	Custos de investimentos em transporte
		Benefícios para os usuários dos transportes
		Benefícios para os operadores dos transportes
		Benefícios do governo provenientes do transporte
		Custos com acidentes
		Custos com emissões de gases
		Custos com gases do efeito estufa
		Custos com poluição sonora

FONTE: Lautso et al. (2004).

- d) **Metodologia de Melo (2004):** o autor realizou uma revisão de trabalhos que relacionam o transporte com o uso do solo visando definir indicadores

de ocupação urbana que tivessem uma influência na redução do uso do automóvel. Como resultado desta pesquisa são propostos doze indicadores que o autor considera serem mais facilmente utilizáveis em cidades brasileiras. No QUADRO 7 observa-se a preocupação com a estrutura urbana como indutora do processo de redução do uso do automóvel, pois dentre os doze indicadores propostos dez estão diretamente relacionados com o aspecto físico da ocupação urbana.

QUADRO 7: INDICADORES DE MELO (2004)

INDICADORES	FORMAS DE MEDIR
Densidade populacional	População total dividida pelo total de áreas residenciais
Densidade residencial	Número de residências por área residencial líquida
Densidade de lojas de varejo (comercial)	Número de lojas de varejo por área desenvolvida líquida
Número de estabelecimentos comerciais dentro de uma área	Quantidade de estabelecimentos comerciais dentro de um raio de 400m
Índice de dissimilaridade	Proporção de usos diferentes do solo dentro de uma célula de 1 hectare na área estudada
Proporção de usos comerciais do solo	Número de lojas de conveniência, serviços, supermercados, lojas de comida e lazer
Acessibilidade do transporte público	Número de carros do transporte coletivo, número de assentos disponíveis, porcentagem das residências dentro de uma distância de caminhada do ponto de embarque
Índice de acessibilidade ao pedestre	Medidas de ruas atravessáveis, pouco inclinadas, taxa de calçadas, acesso aos edifícios, ruas com tráfego controlado
Amenidades para pedestres	Presença de calçadas dos dois lados da rua, calçadas pavimentadas, presença de iluminação pública nas quadras, presença de arborização nas calçadas, presença de sinalização específica para o pedestre, largura das ruas
Faixas de ciclistas	Comprimento das faixas para ciclistas, e facilidades como sinalização específicas
Tamanho das quadras	Comprimento médio das faces das quadras
Velocidade média dos veículos	Média de velocidade da rua principal ao redor da vizinhança

FONTE: Melo (2004).

- e) **Proposta de Campo e Ramos (2005):** Nessa proposta, os autores buscaram conjugar, no desenvolvimento da proposta de indicadores de mobilidade sustentável, as características da estrutura urbana que incentivam o uso de caminhada e bicicleta, associadas às características de uso do solo que propiciam a utilização destes meios para satisfazer as necessidades e atividades diárias da população residente de uma região e a utilização do transporte público quando estas não puderem ser feitas dentro de um limite de uso do transporte não motorizado. O autor apresenta uma proposta de um conjunto de 26 indicadores de mobilidade urbana sustentável (QUADRO 8) cuja definição se faz a partir das três dimensões da sustentabilidade, com base na relação destas com a estratégia de ocupação urbana, ou seja, uso do solo, e o transporte.

QUADRO 8: INDICADORES DE CAMPOS E RAMOS (2005)

(continua)

Dimensões da sustentabilidade	Temas	INDICADORES						
		População residente com distância média de caminhada inferior a 500m das estações/paradas de TPU	Parcela de área de comércio (uso misto)	Diversidade de uso comercial e serviços dentro de um bloco ou quadra de 500m x 500m	Extensão de ciclovias	Distância média de caminhada as escolas	Número de lojas de varejo por área desenvolvida líquida	População dentro de uma distância de 500m de vias com uso predominante de comércios e serviços
SOCIAL	Ocupação urbana/uso do solo							
	Transporte	Oferta de TPU (oferta de lugares)	Frequência de TPU	Oferta de transporte para pessoas de mobilidade reduzida	Tempo médio de viagem no TPU para o núcleo central de atividades e comércio	Demanda de viagens por automóveis na região	Tempo médio de viagem vs tempo médio de viagem por automóvel	

(conclusão)

Dimensões da sustentabilidade		Temas	INDICADORES			
ECONÔMICO	Ocupação urbana/uso do solo	Renda média da população/custo mensal do transporte público	Baías para carga e descarga			Total de veículos-viagem/per capita
	Transporte	Custo médio de viagem no transporte público para o núcleo central de atividades	Veículo-viagens/comprimento total da via ou corredor	Parcela de veículos de carga com uso de energia menos poluente		
AMBIENTAL	Ocupação urbana/uso do solo	Extensão de vias com <i>traffic calming</i>	Parcela de interseções com faixa para pedestres	Parcela de vias com calçada	População residente com acesso a áreas verdes ou de lazer, dentro de um raio de 500m das mesmas	
	Transporte	Parcela de veículos (oferta de lugares) do TPU utilizando energia limpa	Horas de congestionamento nos corredores de transportes, próximos ou de passagem na região	Acidentes com pedestres e ciclistas por 100hab		

FONTE: Campos e Ramos (2005).

- f) **Sistema PLANUTS:** Composto por 20 indicadores (QUADRO 9), segundo Zambon et al. (2010), o sistema PLANUTS cujo nome tem origem nos termos Planejamento Urbano e de Transportes integrado e Sustentável, teve o objetivo de auxiliar no planejamento e monitoramento da mobilidade urbana, principalmente em cidades brasileiras de pequeno e médio porte. Em síntese, trata-se de uma ferramenta computacional destinada a promover um processo integrado e sustentável para elaboração e monitoramento de Planos Diretores de Mobilidade Urbana (ZAMBON et al, 2010). Segundo Magagnin (2008), durante o processo de utilização do sistema PLANUTS, os avaliadores podem visualizar alguns problemas comuns às cidades de médio porte brasileiras, vinculados à questão da mobilidade urbana. Este sistema foi desenvolvido também de forma a permitir a definição de indicadores que poderão ser utilizados no processo de avaliação e monitoramento do Plano Diretor de Transportes e Mobilidade Urbana.

QUADRO 9: INDICADORES DO SISTEMA PLANUTS

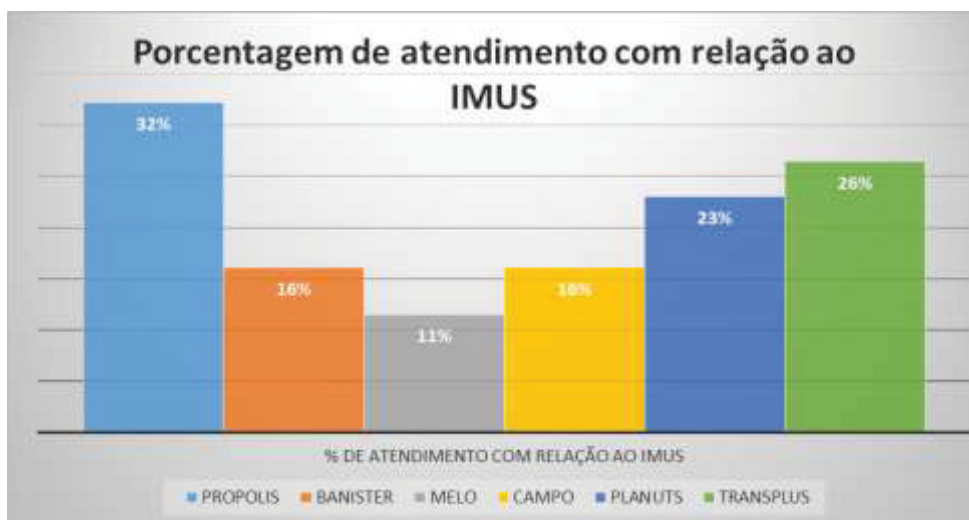
CATEGORIAS E TEMAS	
Meio ambiente e transportes	Energia
	Impacto ambiental
	Qualidade do ar
	Ruído
Gestão dos transportes	Estratégias econômicas
	Monitoramento
	Mobilidade urbana
	Novas tecnologias
Infraestruturas dos transportes	Frota
	Sistema viário
	Serviços de transportes
	Tráfego
Planejamento dos transportes	Acessibilidade urbana
	Crescimento urbano
	População urbana
	Viagens
Aspectos socioeconômicos dos transportes	Custos
	Impactos socioeconômicos
	Segurança viária
	Transporte público

FONTE: Magagnin (2008).

g) **Metodologia IMUS:** Desenvolvido por Costa (2008), o IMUS – Índice de Mobilidade Urbana Sustentável tem como proposta oferecer uma metodologia capaz de avaliar quantitativamente aspectos pertinentes à mobilidade, incluindo cenários essenciais, como o social, econômico e ambiental. O índice é composto por 87 indicadores agregados em 37 temas, sendo esses distribuídos em 9 domínios.

A partir do estudo anterior sobre as diversas metodologias de indicadores de mobilidade urbana sustentável, foi possível verificar que a maioria dos indicadores propostos pelos demais métodos são abrangidos pelo IMUS, como mostra o GRÁFICO 3.

GRÁFICO 3: ATENDIMENTO DAS METODOLOGIAS COM RELAÇÃO AO IMUS



FONTE: A autora (2019).

Os dados do GRÁFICO 3 mostram o atendimento dos diversos indicadores estudados com relação ao IMUS. Com isso, tem-se como método com maior abrangência de dados cobertos pelo IMUS o Projeto PRÓPOLIS, com 32% de atendimento.

Vale ressaltar o fato de o IMUS abranger a maioria dos indicadores propostos pelos demais métodos estudados, senão literalmente, conceitualmente, sendo assim, este método será melhor detalhado no item 2.4.4.

2.4.3 Indicadores de mobilidade urbana sustentável no contexto brasileiro

No Brasil, a utilização de indicadores faz parte da Política de Mobilidade Urbana elaborada pelo governo federal, onde a definição de um Sistema de Indicadores é parte integrante dos produtos a serem definidos na elaboração dos Planos Diretores de Transportes e Mobilidade Municipais. Este sistema de indicadores pode ser utilizado nas etapas de planejamento e monitoração do plano (MAGAGNIN, 2008).

Algumas ferramentas para auxílio à elaboração dos Planos de Mobilidade Urbana têm sido utilizadas na última década, como a aplicação de indicadores de mobilidade urbana sustentável, apoiando os planos a atingir objetivos econômicos, sociais e ambientais propostos por cenários alternativos e pacotes de políticas públicas, bem como o enfoque de aspectos específicos da sustentabilidade, como acessibilidade, mobilidade e capacidade ambiental. Esse modelo de avaliação pode chamar a atenção para a necessidade da articulação das políticas de transporte, trânsito e acessibilidade, a fim de proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço, de forma segura, socialmente inclusiva e sustentável, além de promover a integração entre as diversas modalidades de transportes.

A utilização de indicadores como ferramenta de auxílio nos Planos de Mobilidade Urbana pode ser parametrizada através da sua quantificação, sendo que algumas cidades brasileiras já fizeram uso desse método: São Carlos, Curitiba, Distrito Federal, Belém, Uberlândia, Araraquara, Anápolis e Goiânia. A metodologia proposta por Costa (2008), intitulada Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), é capaz de proporcionar tal feito, avaliando aspectos pertinentes à mobilidade e incluindo cenários essenciais, como o social, econômico e ambiental.

Além disso, é importante salientar a aplicação escassa desses indicadores e da quantificação dos mesmos por meio de um índice em cidades brasileiras, ressaltando dessa forma sua necessidade e sua importância no tocante à mobilidade urbana como um todo.

Ressalta-se, no entanto, a falta da quantificação de indicadores que tratem questões do transporte de cargas em cidades com características industriais e portuárias, em forma de um índice, tema de estudo primordial para o desenvolvimento desta pesquisa.

2.4.4 IMUS

Desenvolvido por Costa (2008), o IMUS – Índice de Mobilidade Urbana Sustentável tem como proposta oferecer uma metodologia capaz de avaliar quantitativamente aspectos pertinentes à mobilidade, incluindo cenários essenciais, como o social, econômico e ambiental.

Segundo Costa (2008), o IMUS consiste em uma ferramenta desenvolvida para auxiliar na análise e monitoramento da mobilidade urbana e na elaboração de políticas públicas visando a sustentabilidade dos sistemas de mobilidade e a melhoria da qualidade de vida. Conforme a autora, o índice tem como principais características:

- Estabelecer um sistema de pesos para os critérios, revelando sua importância relativa. Considera ainda, para cada tema avaliado, a importância das dimensões da sustentabilidade (Social, Econômica e Ambiental). Assim permite avaliar os impactos de ações setoriais sobre o sistema de mobilidade e segundo as três dimensões consideradas na sustentabilidade;
- Adotar um modelo de agregação dos critérios que permite sua compensação, ou seja, permite que um critério de qualidade baixa seja compensado por um conjunto de critérios de maior qualidade;
- Constituir uma ferramenta de fácil compreensão e simplicidade de aplicação, não exigindo a utilização de pacotes computacionais específicos, nem conhecimento de modelos matemáticos complexos para sua utilização (COSTA, 2008).

a) Obtenção dos indicadores

Para a obtenção dos 87 indicadores, foi feita uma identificação prévia de dois conjuntos de informação: uma base composta por aproximadamente 2900 indicadores urbanos oriundos de sistemas desenvolvidos no Brasil e no exterior, sendo que alguns desses foram utilizados por Costa et al. (2003) para seleção de indicadores de mobilidade sustentável para cidades brasileiras e portuguesas, e um conjunto de 645 indicadores obtidos em *workshops* realizados nas cidades pesquisadas (COSTA, 2008).

Os dois conjuntos, conforme a autora, foram comparados tema a tema, destacando-se os indicadores mais representativos de cada área, obtendo-se uma

lista de “candidatos” a indicadores, em quantidades variáveis para cada tema, para a construção do IMUS.

A seleção final dos indicadores foi feita com base em uma triagem, analisando o enfoque específico de cada indicador, através de informações técnicas e metodologias disponíveis em seus sistemas de origem, e verificando sua compatibilidade com a ideia expressa pelo tema e tópicos relacionados. Privilegiou-se assim, a seleção de indicadores para os quais encontravam-se disponíveis informações detalhadas sobre seu significado, metodologia e processo de cálculo (COSTA, 2008).

Enfim foram selecionados 87 indicadores, agregados em 37 temas que compõe a hierarquia de critérios do IMUS.

b) Definição dos pesos dos indicadores

Para quantificar esses indicadores, Costa (2008) estabeleceu pesos para cada tema e cada dimensão, sendo esses pesos dados por 14 especialistas. Segundo a autora, foi obtida primeiramente a média aritmética dos valores definidos por todos os participantes, expressos na escala de 1 a 5. Posteriormente, estes valores foram normalizados para o intervalo entre 0,00 e 1,00, obtendo-se o peso final para cada tema. Desta forma, os pesos dos temas por domínio, se somados, resultam em 1,00 (COSTA, 2008).

Os pesos dos temas para cada dimensão foram obtidos de forma semelhante. Nesse caso, se somados para as dimensões social, econômica e ambiental, também resultam em 1,00. Os pesos dos domínios foram obtidos através da razão entre a média aritmética do peso de seus respectivos temas e o somatório das médias obtidas para o conjunto de domínios, agregando, dessa forma, as tendências dos seus respectivos temas em relação aos pesos associados às dimensões da sustentabilidade (COSTA, 2008).

A autora atribui pesos iguais para os indicadores integrantes de cada tema, normalizados para o intervalo entre 0,00 e 1,00. Como os indicadores possuem pesos iguais, Costa (2008) cita a possibilidade da substituição ou inserção de novos indicadores para avaliação do IMUS, não havendo necessidade de se proceder a um novo painel de especialistas para a definição dos pesos. Neste caso, é feita somente uma redistribuição dos pesos de forma que seu somatório seja igual a 1,00. O

QUADRO 10 apresenta a estrutura hierárquica de critérios do IMUS e respectivos pesos.

QUADRO 10: PESOS PARA OS TEMAS DO IMUS

Domínio	Tema	Peso
Acessibilidade	Acessibilidade aos sistemas de transportes	0,29
	Acessibilidade universal	0,28
	Barreiras físicas	0,22
	Legislação para pessoas com necessidades especiais	0,21
Aspectos Ambientais	Controle dos impactos no meio ambiente	0,52
	Recursos naturais	0,48
Aspectos Sociais	Qualidade de vida	0,21
	Apoio ao cidadão	0,21
	Inclusão social	0,2
	Participação popular	0,19
	Educação e cidadania	0,19
Aspectos Políticos	Integração de ações políticas	0,34
	Política de mobilidade urbana	0,34
	Captação e gerenciamento de recursos	0,33
Infraestrutura de Transportes	Provisão e manutenção da infraestrutura de transportes	0,54
	Distribuição da infraestrutura de transportes	0,46
Modos não-motorizados	Redução de viagens	0,35
	Modos Deslocamentos a pé	0,34
	Transporte cicloviário	0,31
Planejamento Integrado	Planejamento e controle do uso e ocupação do solo	0,14
	Planejamento estratégico e integrado	0,14
	Planejamento da infraestrutura urbana e equipamentos urbanos	0,13
	Capacitação de gestores	0,12
	Plano Diretor e legislação urbanística	0,12
	Integração regional	0,12
	Transparência do processo de planejamento	0,12
	Áreas centrais e de interesse histórico	0,11
Tráfego e Circulação Urbana	Transporte individual	0,21
	Acidentes de trânsito	0,21
	Operação e fiscalização de trânsito	0,2
	Fluidez e circulação	0,19
	Educação para o trânsito	0,19
Sistemas de Transporte Urbano	Disponibilidade e qualidade do transporte público	0,23
	Integração do transporte público	0,22
	Política tarifária	0,19
	Diversificação modal	0,18
	Regulação e fiscalização do transporte público	0,18

FONTE: Costa (2008).

c) Normalização dos indicadores

Com a normalização, é possível a exclusão de indicadores que não se adequam à cidade em estudo, sendo assim o IMUS se torna um método adaptável a cidades de quaisquer portes.

O processo de normalização, conforme Costa (2008), consiste no cálculo de um *score* normalizado entre os valores mínimo e máximo correspondentes a 0,00 e 1,00. A partir dessa normalização, foi definida uma escala de avaliação para todos os indicadores que compõem o IMUS, onde são associados, aos valores máximo e mínimo, valores de referência para o *score* do indicador.

A escala de avaliação foi definida de acordo com a tipologia do indicador, sendo esses identificados como Qualitativos, Quantitativos e Mistos (COSTA, 2008).

- **Indicadores Quantitativos:** são medidas calculadas a partir de dados quantitativos advindos de base de dados e levantamentos de campo, entre outras fontes. Nesses indicadores são inclusos dois subgrupos de indicadores, apresentados como: Tradicionais (obtidos através de formulações matemáticas, razões e proporções) e Espaciais (obtidos com o auxílio de ferramentas de desenho ou sistemas de informação geográfica).
- **Indicadores Qualitativos:** obtidos com base na avaliação de critérios qualitativos relacionados a um determinado fenômeno. Pela dificuldade em se mensurar qualitativamente alguns indicadores, foram definidas escalas de avaliação com base em critérios qualitativos para indicadores de natureza quantitativa. Dois subgrupos também se relacionam aos indicadores qualitativos, sendo os Tradicionais aqueles cujas escalas de avaliação apresentam diferentes níveis qualitativos relacionados a um determinado fenômeno e os de Presença/Ausência, que são medidos em função da presença ou ausência de determinados fatores relacionados ao fenômeno em questão.
- **Indicadores Mistos:** são avaliados na combinação da análise de ambos os critérios mencionados anteriormente, sendo necessário o cálculo de um valor numérico baseado em dados provenientes de levantamentos ou pesquisas específicas, além da avaliação de um critério qualitativo a ele associado.

Em função da abrangência e natureza dos critérios incluídos na mobilidade urbana sustentável, integrando tanto questões tradicionais como relacionadas ao novo paradigma da mobilidade, a possibilidade de sua adoção em outras regiões, diferentes das que foram aplicadas o IMUS, é grande, já que permite uma visão detalhada do sistema de mobilidade urbana, cobrindo temas que são relevantes em diferentes contextos geográficos. Além disso, o método de construção do IMUS estabelece procedimentos para o levantamento de todos os conceitos que estruturam o índice, aplicáveis em diferentes contextos espaciais ou temporais, permitindo assim desenvolver ferramentas inteiramente adaptadas para contextos específicos (COSTA, 2008).

O QUADRO 11 e o QUADRO 12 exemplificam duas normalizações, para indicadores quantitativos e qualitativos respectivamente. Nos indicadores quantitativos pode haver necessidade de interpolação dos dados para casos em que o valor obtido em campo não se encontra explícito.

QUADRO 11: EXEMPLO DE NORMALIZAÇÃO PARA INDICADORES QUANTITATIVOS

Indicador 2.1.3 - População exposta ao ruído de tráfego	
Score	Valores de Referência
	Porcentagem da população urbana (ou da área em estudo) exposta a ruído de tráfego superior a 65 dB(A)
1	0
0,75	25%
0,5	50%
0,25	75%
0	100%

FONTE: Costa (2008).

QUADRO 12: EXEMPLO DE NORMALIZAÇÃO PARA INDICADORES QUALITATIVOS

Indicador 2.1.4 - Estudos de impacto ambiental	
Score	Valores de Referência O município exige:
1	Estudo de impacto ambiental e estudo de impacto de vizinhança para projetos de transportes e mobilidade urbana, e define medidas compensatórias ou mitigadoras
0,75	Estudo de impacto ambiental para projetos de transportes e mobilidade urbana e define medidas compensatórias ou mitigadoras
0,5	Estudo de impacto ambiental e estudo de impacto de vizinhança para projetos de transportes e mobilidade urbana, mas não define medidas compensatórias ou mitigadoras
0,25	Estudo de impacto ambiental para projetos de transportes e mobilidade urbana, mas não define medidas compensatórias ou mitigadoras
0	O município não exige qualquer estudo ou medida mitigadora sobre impactos dos sistemas de transportes e mobilidade urbana

FONTE: Costa (2008).

d) Agregação dos dados

O método de agregação utilizado no IMUS consiste em uma combinação linear ponderada, no qual os critérios são combinados através de uma média ponderada. Esse método permite a compensação entre critérios, sendo que um *score* muito pobre obtido para um critério numa dada alternativa pode ser compensado por um conjunto de *scores* mais altos para outros critérios (COSTA, 2008).

O processo de agregação dos critérios, conforme a mesma autora, resulta em um índice global e em três índices setoriais, um para cada dimensão, conforme as equações (1) e (2).

$$\text{IMUSg} = \sum_{i=1}^n w_i^D \cdot w_i^T \cdot w_i^I \cdot x_i \quad (1)$$

Onde,

IMUSg = Índice Global

W = pesos do Domínio e Tema a que pertencem o Indicador *i* e peso do Indicador *i*

X = *score* (normalizado) obtido para o Indicador *i*

$$IMUS_{sj} = \sum_{i=1}^n w_i^{SD_j} \cdot w_i^D \cdot w_i^T \cdot w_i^I \cdot x_i \quad (2)$$

Onde,

SD_j = peso da Dimensão Social, Econômica ou Ambiental

$IMUS_{sj}$ = Índice Setorial para a Dimensão sj

W = peso da Dimensão de sustentabilidade no Tema a que pertence o Indicador i

Dadas as equações (1) e (2), em função dos processos de normalização e agregação dos critérios propostos para o IMUS, os resultados para o índice global encontram-se entre 0,00 e 1,00 e os índices setoriais para as dimensões Social, Econômica e Ambiental variam entre 0,00 e 0,34 (COSTA, 2008).

e) Aplicação do IMUS

No QUADRO 13 são apresentadas algumas cidades que já fizeram a aplicação do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável e seus valores globais. Para estas cidades, tem-se Curitiba com maior valor global do IMUS e Belém com o menor índice.

QUADRO 13: IMUS CALCULADO PARA AS CIDADES

Cidade	Ano	IMUS
São Carlos	2008	0,568
Curitiba	2010	0,754
Distrito Federal	2010	0,45
Belém	2011	0,37
Uberlândia	2012	0,717
Araraquara	2012	0,451
Anápolis	2012	0,419
Goiânia	2013	0,659

FONTE: A autora (2019).

A importância desses indicadores na elaboração do Plano de Mobilidade Urbana das cidades em contraposição com o pequeno número de cidades que já tiveram seu IMUS calculado ressalta a necessidade de uma aplicação mais efetiva e abrangente desse índice nas demais cidades brasileiras.

Ressalta-se, porém, a inadequação de uma comparação assertiva entre cidades, pois na maioria das vezes não se obtém características semelhantes e tampouco o cálculo dos mesmos indicadores. Por isso, uma das características do IMUS é a ação pontual para melhoria dos indicadores considerados críticos e ruins em cada cidade onde ele é aplicado, e não sua simples comparação entre cidades (COSTA, 2008).

2.4.5 A inserção de indicadores de mobilidade urbana sustentável no contexto do transporte de cargas em cidades industriais e portuárias

Por mais que existam estudos sobre indicadores de mobilidade urbana sustentável, esses ainda são insuficientes e, mais especificamente em transporte de carga, inexistentes, o que salienta o fato desta temática ter grande campo de estudos e oportunidades, tanto para pesquisadores como para tomadores de decisão, no âmbito das políticas públicas, para que haja efetividade no planejamento e monitoramento dos Planos de Mobilidade Urbana.

2.5 AVALIAÇÕES MULTICRITÉRIO NO APOIO À TOMADA DE DECISÃO

Bana e Costa (2001) indicam o apoio à decisão como uma atividade com finalidade de realizar orientações de forma objetiva, afim de responder questões apresentadas aos decisores de forma a facilitar a construção e avaliação de alternativas, com o suporte de modelos formalizados ou não.

Segundo Rao (2007), a Tomada de Decisões com Múltiplos Critérios (*Multiple Criterion Decision Making*, MCDM) é tida como a escolha determinada por critérios conflitantes, podendo ocorrer então que a melhora de certo critério possa causar piora em outros critérios. Os problemas MCDM são classificados em: Tomada de Decisão com Múltiplos Atributos (*Multiple Attribute Decision Making*, MADM) e Tomada de Decisão com Múltiplos Objetivos (*Multiple Objective Decision Making*, MODM). O presente trabalho, por possuir múltiplos atributos, fará uso da primeira classificação.

O autor cita que a solução de problemas do tipo MADM ocorre a partir da categorização dos métodos conforme o tipo de informação recebida dos decisores, variando ou não o nível de importância de cada atributo, isoladamente ou entre atributos diferentes.

Os métodos associados à Teoria da Utilidade Multiatributo se baseiam no fato de que para todo problema existe uma função de real valor sobre a gama de alternativas, agregando desta forma os atributos. Assim, assume-se que o decisor pode identificar várias alternativas para avaliação e também estruturar os critérios nos quais as alternativas serão avaliadas hierarquicamente. O processo denominado Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process*, AHP), utilizado neste trabalho, é um dos processos mais populares e mais utilizados no mundo. Esse processo está baseado no conceito de análise hierárquica, que estabelece uma estruturação de critérios em níveis hierárquicos (ROSA et al., 2015).

2.5.1 Método de análise hierárquica para tomada de decisão

Desenvolvido por Saaty (1980) na Escola Wharton da Universidade da Pensilvânia e baseado em matemática e psicologia, o método denominado Processo Analítico Hierárquico (AHP) é utilizado para auxiliar tomadas de decisões complexas, com grande grau de incerteza.

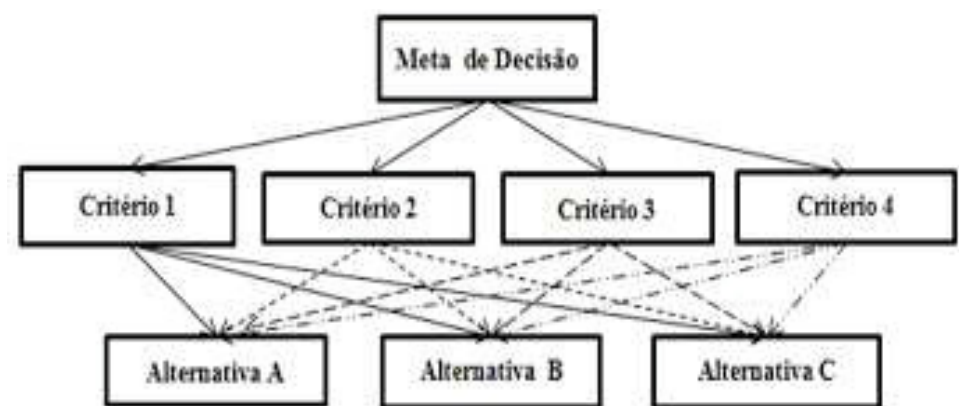
Esse método aborda componentes importantes de um problema em uma estrutura hierárquica similar a uma árvore genealógica, convertendo julgamentos em valores numéricos que podem ser comparados sobre toda a extensão do problema e permitindo, ainda, uma visualização da estrutura hierárquica a partir das relações entre o objetivo principal a ser atingido e os critérios, subcritérios e alternativas considerados para a tomada de decisão (FORMAN E SELLY, 2001).

Segundo Oliveira e Belderrain (2008), a metodologia AHP pode ser dividida em sete etapas:

Etapa 1: Estudo do problema de decisão detalhadamente, identificando o objetivo, os critérios e subcritérios, baseados nos valores, crenças e convicções do decisor e nas alternativas para a solução do problema.

Etapa 2: Divisão do problema em níveis hierárquicos afim de facilitar a compreensão e avaliação, como mostra a FIGURA 3.

FIGURA 3: ESTRUTURA HIERÁRQUICA GERAL DO MÉTODO AHP



FONTE: Gartner (2001).

Etapa 3: Coleta de dados através de julgamentos de especialistas ou decisores, a partir de comparações par a par, tanto das alternativas quanto dos subcritérios em relação ao nível imediatamente superior, os critérios. Além disso, ocorre a conversão dos julgamentos em índices quantitativos, a partir da denominada "Escala Fundamental" proposta por SAATY (1980) (QUADRO 14).

QUADRO 14: ESCALA FUNDAMENTAL DE SAATY

JULGAMENTO	VALORES
1	X é igualmente preferível sobre Y – igual importância
2	X é igual a moderadamente preferível sobre Y
3	X é moderadamente preferível sobre Y – fraca importância
4	X é moderada a fortemente preferível sobre Y
5	X é fortemente preferível sobre Y – forte importância
6	X é fortemente a muito fortemente preferível sobre Y
7	X é muito fortemente preferível sobre Y – muito forte importância
8	X é muito fortemente a extremamente preferível sobre Y
9	X é extremamente preferível sobre Y – importância absoluta

FONTE: Adaptado de Saaty (1980).

Etapa 4: Construção das matrizes de comparação par a par, quadradas, recíprocas e positivas. Estas características são determinadas por duas regras, as quais informam a maneira de inserção dos elementos na matriz, e indicam que

qualquer critério comparado a ele próprio possui igual importância na escala fundamental. Vale ressaltar que, caso seja atribuída uma importância maior ao critério disposto na coluna em relação ao critério disposto na linha, deve ser inserido valor inverso na célula correspondente. Essas matrizes devem possuir a seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} 1 & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Etapa 5: Obtenção das prioridades através do cálculo do autovalor (proporciona a consistência do julgamento) e o autovetor (fornece a ordem de prioridade) da matriz de decisão. A resolução desta etapa, simplificada, pode ser realizada a partir da (i) soma dos valores de cada coluna da matriz de comparação par a par; (ii) divisão de cada elemento da matriz pelo somatório da coluna a que pertence; (iii) obtenção do autovetor dividindo a soma dos *scores* normalizados de cada linha da matriz pelo número de critérios avaliados, fornecendo uma estimativa dos pesos relativos dos critérios que estão sendo comparados.

Etapa 6: Verificação da razão de consistência da matriz de decisão, calculada a partir do autovalor e do índice de consistência. Caso a matriz não seja consistente (razão de consistência possui valores superiores a 0,1), deverão ocorrer ajustes.

Etapa 7: Geração dos valores finais das alternativas, valores estes utilizados para auxiliar na tomada de decisão.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Tomando como base os estudos sobre metodologia de pesquisa de Gil (1999), esta pesquisa possui natureza exploratória, a partir de uma abordagem majoritariamente qualitativa. Com relação ao seu delineamento, consiste de uma pesquisa bibliográfica inicial e sua análise qualitativa, seguida de uma proposição de hipótese a ser testada a partir de um questionário aplicado a especialistas da área, para uma posterior quantificação dos resultados obtidos.

3.1 MÉTODO DE PESQUISA

A partir do entendimento da natureza deste estudo, pode-se ter melhor compreensão das fases da pesquisa, atreladas ao delineamento proposto, sendo as fases 1 a 3 análises qualitativas e as fases 4 e 6 quantitativas, como descrito a seguir.

3.1.1 Fases da pesquisa

Fase 1 – realizar levantamento bibliográfico, analisando as principais questões que concernem a mobilidade urbana no contexto do transporte de cargas;

Fase 2 – propor indicadores que relacionam a mobilidade urbana sustentável e o transporte de cargas, lembrando que o foco desta pesquisa não se encontra no transporte urbano de cargas, mas sim na modalidade em cidades com características industriais e portuárias;

Fase 3 – aplicar pesquisa de opinião para especialistas da área de transportes e logística;

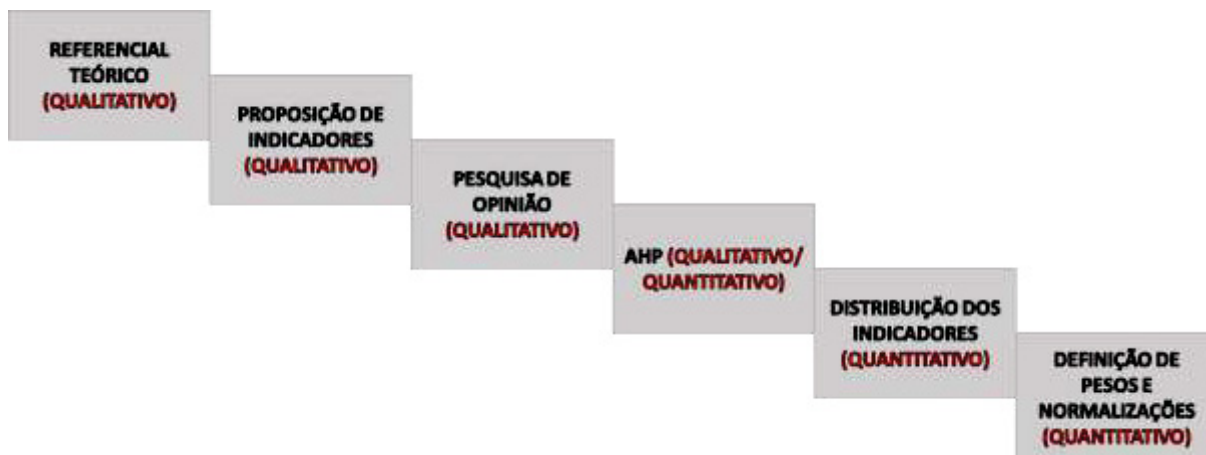
Fase 4 – aplicar uma avaliação multicritério, mais especificamente o Método de Análise Hierárquica, para desta forma priorizar, excluir ou até mesmo adicionar indicadores;

Fase 5 – distribuir os indicadores de acordo com as características e porte das cidades;

Fase 6 – definir os pesos e normalização dos indicadores.

Assim, é apresentada esquematicamente a rotina metodológica para esta pesquisa, descrita na FIGURA 4.

FIGURA 4: ROTINA METODOLÓGICA DA PESQUISA



FONTE: A autora (2019).

3.2 PROPOSIÇÃO DOS INDICADORES DE TRANSPORTE DE CARGAS

A partir dos estudos realizados no referencial teórico desta pesquisa, foi possível agregar precisamente 32 indicadores em 6 temas, como mostra o QUADRO 15. Este quadro apresenta, além dos temas e dos indicadores conforme seus tipos, as suas respectivas descrições e quantificações, e também a referência base de cada indicador.

QUADRO 15: INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL NO TRANSPORTE DE CARGAS

(continua)

TEMA	INDICADOR (TIPO)	DEFINIÇÃO	QUANTIFICAÇÃO	REFERÊNCIA
FATOR VEÍCULO	Emissão de ruídos (performance)	Porcentagem da população urbana exposta a ruído superior a 65dB (A) ocasionado por veículos pesados	Medição em campo em pontos com grande fluxo de caminhões e indústrias/portos. Verificação dos pontos com valores médios de Nível de Intensidade Sonora superiores a 65dB. Nesses pontos, cria-se um raio de 250m ao redor, e quantifica-se a população em seu entorno. Cria-se também nesses pontos uma banda de 500m de raio, estimando a população total das regiões censitárias atingidas pela área de influência de cada ponto de medição. O score é obtido a partir da razão entre a população coberta pela banda de 250m e a coberta pela banda de 500m.	Costa (2008)
	Emissão de gases (CO, CO2, NOX) (performance)	Emissões anuais de CO, CO2 e NOX por veículos pesados	Verificação da frota municipal de caminhões, da relação Km/L e fator de emissão de gases dos caminhões e da distância média de viagens diárias por veículo pesado. Score obtido em gramas de gás emitidos por ano.	Costa (2008)
	Idade média da frota de veículos pesados (descritivo)	Idade média da frota de caminhões no ano de referência no município.	Score dado pela idade média da frota de caminhões no ano de referência no município.	Costa (2008)

(continuação)

TEMA	INDICADOR	DEFINIÇÃO	QUANTIFICAÇÃO	REFRÊNCIA
FATOR VEÍCULO	Utilização de dispositivos de controle no veículo (eficiência)	Existência de dispositivos de controle de vibração, emissão de poluentes e ruído e pneus com baixa resistência ao rolamento	Score dado pela razão da frota de caminhões com dispositivos de controle e a frota total.	Facchini (2006)
	Utilização de combustíveis alternativos (eficiência)	Porcentagem de veículos pesados utilizando combustíveis menos poluentes ou fontes de energia alternativa como: gás natural, gás natural líquido, propano, eletricidade, biodiesel, gasolina híbrida ou hidrogênio.	Levantamento da frota de caminhões e da parcela da frota que utiliza combustíveis menos poluentes ou fontes de energia alternativa tais como: gás natural, gás natural líquido, propano, eletricidade, biodiesel, gasolina híbrida ou hidrogênio. Score calculado pela razão entre o número de veículos que utilizam combustíveis menos poluentes e a frota total.	Costa (2008)
	Tecnologia embarcada para rotas georreferenciadas (eficiência)	Utilização de tecnologias como Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) por meio de Sistemas Globais de Posicionamento (GPS) para sincronização e melhoria nos sistemas de transportes	Levantamento da frota de caminhões e da parcela da frota que utiliza ITS. Score calculado pela razão entre o número de veículos que utilizam ITS e a frota total.	Souza et al. (2014)
	Velocidade média veicular (descritivo)	Velocidade média de deslocamento de caminhões, observada num circuito pré-estabelecido de vias, em horário de pico.	Score obtido pela velocidade média de deslocamento de caminhões, observada num circuito pré-estabelecido de vias, em horário de pico.	Costa (2008)
	Manutenção preventiva (eficiência)	Realização de manutenção preventiva conforme manual do fabricante e vida útil dos componentes	Score dado pela razão da frota de caminhões que realiza manutenção preventiva e a frota total.	Planos de Mobilidade
	Treinamento de motoristas sobre utilização de substâncias ilícitas (descritivo)	Número de horas de treinamento e capacitação oferecidas para motoristas durante o ano de referência.	O score é obtido através do número de horas de treinamento e capacitação oferecidas para motoristas durante o ano de referência.	Costa (2008)
FATOR HUMANO				

(continuação)

TEMA	INDICADOR	DEFINIÇÃO	QUANTIFICAÇÃO	REFRÊNCIA
FATOR HUMANO	Treinamento de motoristas sobre segurança viária (descritivo)	Número de horas de treinamento e capacitação oferecidas para motoristas durante o ano de referência.	O score é obtido através do número de horas de treinamento e capacitação oferecidas para motoristas durante o ano de referência.	Costa (2008)
	Qualidade de vida ao redor dos centros logísticos (indústria/porto) (eficiência)	Porcentagem da população satisfeita com o local para viver.	Realização de questionários em campo para verificar a porcentagem da população satisfeita com o local para viver. Score obtido através da porcentagem da população que considera o local "bom" ou "excelente" para se viver.	Costa (2008)
	Existência de centros de serviços de assistência aos motoristas (áreas para descanso) (descritivo)	Existência de centros de serviços de assistência aos motoristas, com áreas para descanso.	Score obtido da existência ou inexistência de Serviço de Assistência aos Motoristas no município e arredores.	Planos de Mobilidade
FATOR VIA	Deterioração do pavimento (eficiência)	Porcentagem das vias com pavimentação classificada como ótima e boa.	Determinação de trechos de análise, compostos pelas vias com maior circulação de veículos pesados e redores de indústrias/portos. Score obtido através de análise comparativa visual de pavimentos classificados em seu estado de conservação como ótimo, bom, regular, ruim e péssimo/inexistente.	Planos de Mobilidade
	Adequação da infraestrutura viária (eficiência)	Vias com dimensões adequadas aos veículos pesados (2,60m), viadutos/túneis com altura adequada (4,40m) (CONTRAN, 1998)	Determinação de trechos de análise, compostos pelas vias com maior circulação de veículos pesados e redores de indústrias/portos. Score obtido através da porcentagem de vias com dimensões adequadas.	Planos de Mobilidade
	Sinalização pertinente ao transporte de carga (instruções visuais e placas indicativas para empresas e vias) (eficiência)	Porcentagem das vias com sinalização classificada como ótima e boa.	Determinação de trechos de análise, compostos pelas vias com maior circulação de veículos pesados e redores de indústrias/portos. Score obtido através de análise comparativa visual da sinalização classificadas em seu estado de conservação como ótimo, bom, regular, ruim e péssimo/inexistente.	Planos de Mobilidade
	Obstáculos em rota (lombadas, viadutos) (descritivo)	Número de obstáculos por km (dispositivos redutores de velocidade, passagens em nível, semáforos)	Determinação de trechos de análise, compostos pelas vias com maior circulação de veículos pesados e redores de indústrias/portos. Score obtido através de análise da quantidade de obstáculos por km analisado.	Carvalho (2016)

(continuação)

TEMA	INDICADOR	DEFINIÇÃO	QUANTIFICAÇÃO	REFRÊNCIA
INDÚSTRIA	Existência de portos secos (descritivo)	Existência de portos secos no município	Score obtido a partir da existência de portos secos no município	Planos de Mobilidade
	Empregos gerados (eficiência)	Medida da vitalidade da cidade industrial/portuária baseada no número de empregos nos setores industriais/portuários	Score baseado na participação da indústria na geração de empregos com relação ao ano anterior	Costa (2008)
	Queixas das indústrias/portos com relação à mobilidade (eficiência)	Porcentagem das indústrias/portos satisfeitos com o município com relação à infraestrutura viária.	Realização de questionários em campo para verificar a porcentagem de indústrias/portos satisfeitas com a infraestrutura viária do município. Score obtido através da porcentagem das indústrias/portos que considera o local "bom" ou "excelente".	Facchini (2006)
	Receita gerada (desenvolvimento econômico regional) (eficiência)	Parcela do PIB municipal gerado pelo setor industrial/portuário	Score dado pela participação da indústria/porto no PIB municipal em relação ao ano anterior	Facchini (2006)
	Vagas de carga/descarga na indústria/porto (descritivo)	Análise da eficiência das vagas no interior das indústrias/portos para evitar a formação de fila nas vias públicas.	Score obtido através da razão entre o número de operações logísticas e o tempo destas operações por indústria/porto.	Brasileiro et al (2014)
	Formação de filas na indústria/porto (descritivo)	Extensão de filas nos arredores das indústrias/portos	Determinação de trechos de análise, compostos pelos arredores de indústrias/portos. Score obtido através da extensão das filas geradas pelos caminhões	Planos de Mobilidade
	Realização de coleta/distribuição em horários alternativos (eficiência)	Porcentagem de indústrias que realizam coleta/distribuição de bens em horários alternativos	Score obtido através da razão entre o número de indústrias/portos que realizam coleta/distribuição de bens em horários alternativos o número de indústrias/portos inseridos no município.	Planos de Mobilidade
	Localização da indústria (descritivo)	Existência de condomínios ou aglomerados industriais	Score dado pela existência ou inexistência de condomínios ou aglomerados industriais	Planos de Mobilidade
FATOR URBANÍSTICO				

(continuação)

TEMA	INDICADOR	DEFINIÇÃO	QUANTIFICAÇÃO	REFRÊNCIA
FATOR URBANÍSTICO	Acessibilidade à indústria/porto (eficiência)	Existência de terminais de transporte público, pontos de ônibus e rotas de fácil acesso à indústria/porto para modais não motorizados	Determinação das indústrias/portos locais e criação de um raio de 300m ao redor dos pontos de ônibus e de 500m ao redor dos terminais. Verificação das vias ao redor das indústrias/portos que possuem ciclovias e calçadas. Tem-se o score a partir da razão entre o número de indústrias atendidas pelo transporte público, com vias que possuem ciclovias e calçadas e o total de indústrias/portos.	Costa (2008)
	Congestionamentos (descritivo)	Média diária mensal de horas de congestionamento de tráfego gerados por caminhões.	Score dado pela média diária mensal de horas de congestionamento de tráfego gerado por caminhões	Costa (2008)
TRÁFEGO E CIRCULAÇÃO	Acidentes (eficiência)	Número de mortos em acidentes de trânsito causados por veículos pesados ocorridos em vias urbanas no ano de referência por 100.000 habitantes.	Levantamento do número de mortos em acidentes de trânsito causados por caminhões ocorridos em vias urbanas no ano de referência e da população total do município. O score é dado pela razão entre o número de mortos e a população total por 100.000 habitantes.	Costa (2008)
	Presença de rotas alternativas e acessos (descritivo)	Existência de acessos e rotas alternativas às vias urbanas para tráfego de veículos pesados	Determinação de trechos de análise, compostos pelas vias com maior circulação de veículos pesados e redores de indústrias/portos. Score obtido através da existência de acessos e rotas alternativas nos trechos de análise.	Planos de Mobilidade
	Legislação específica para o modo de transporte (efetividade de políticas)	Existência de legislação municipal específica para o transporte de carga	Levantamento a nível municipal da existência de legislações específicas para o transporte de carga	Planos de Mobilidade
	Incentivo à multimodalidade no transporte de carga (efetividade de políticas)	Existência de planos de logística integrada para incentivo à intermodalidade no transporte de carga	Levantamento a nível municipal da existência de planos de logística integrada para incentivo à intermodalidade no transporte de carga	Planos de Mobilidade

(conclusão)

TEMA	INDICADOR	DEFINIÇÃO	QUANTIFICAÇÃO	REFRÊNCIA
TRÁFEGO E CIRCULAÇÃO	Grau de interferência entre modais (eficiência)	Porcentagem de veículos pesados com relação aos demais modais	Contagem volumétrica de tráfego. Score dado a partir da porcentagem de veículos pesados com relação aos demais modais na área de estudo definida.	Planos de Mobilidade
	Áreas de prioridade para circulação de veículos de carga (eficiência)	Existência de faixas exclusivas para transporte de cargas	Determinação de trechos de análise, compostos pelas vias com maior circulação de veículos pesados e redores de indústrias/portos. Score obtido através da razão da quilometragem de faixas exclusivas para transporte de cargas e a quilometragem total da análise.	Carvalho (2016)

FONTE: A autora (2019).

Cada tema foi determinado conforme agrupamentos previamente existentes, como explanado a seguir: os temas Fator Veículo, Fator Humano e Fator Via foram adaptados para a realidade da mobilidade urbana sustentável (CET, 2008), que aponta estes três fatores como principais motivações de acidentes de trânsito; os temas Fator Urbanístico e Tráfego e Circulação foram adaptados dos temas propostos por Costa (2008); já o tema Indústria foi criado a partir de uma compilação de soluções de logística urbana propostas por Carvalho (2016), Sanches Junior (2008) e Facchini (2006).

Este sistema de indicadores foi inserido em uma plataforma em formato de formulário para que os especialistas pudessem elencar a relevância de cada indicador e suas prioridades nas dimensões social, ambiental e econômica. O Apêndice A mostra os modelos de planilha disponíveis por cerca de 30 dias na Internet para avaliação.

3.2.1 Pesquisa com especialistas para definição dos indicadores

Para a análise da prioridade dos indicadores previamente propostos, técnicos e especialistas, profissionais da área de planejamento de transportes, mobilidade urbana, logística e transporte de cargas serão envolvidos nesta etapa.

No questionário (Apêndice A), duas perguntas serão feitas: a importância de cada um dos 32 indicadores para a mobilidade urbana sustentável no contexto do transporte de cargas e o enquadramento de cada indicador nas dimensões ambiental, social e econômica. A primeira pergunta será estruturada a partir da percepção da importância dos indicadores, numa escala de 1 a 5, sendo 1 insignificante e 5 extremamente importante. Já na segunda pergunta, os especialistas puderam optar por mais de uma dimensão.

A partir do nível de significância de cada indicador por meio da avaliação dos especialistas, será possível então definir a matriz de importância para a aplicação do Método de Análise Hierárquica, tratado a seguir.

3.2.2 AHP para os indicadores de transporte de carga

Para a avaliação multicritério dos indicadores a partir da AHP, será feito o uso do referencial teórico apresentado no item 2.5 deste trabalho.

Com o auxílio de ferramentas computacionais específicas, como a disponível pela *Business Performance Management Singapore*, será possível estruturar as matrizes de comparação par a par para a avaliação dos indicadores propostos.

As matrizes de decisão e prioridade serão calculadas para todos os indicadores propostos, comparando os níveis de significância apontados pelos especialistas, a partir de uma análise par a par, como exemplificado na FIGURA 5.

FIGURA 5: NÍVEIS DE PRIORIDADE E MATRIZ DE DECISÃO DOS INDICADORES

PRIORIDADE				MATRIZ DE DECISÃO					
Category		Priority	Rank		1	2	3	4	5
1	Insignificante	6.8%	3	1	1	1.00	1.00	0.33	0.14
2	Parcialmente insignificante	6.8%	3	2	1.00	1	1.00	0.33	0.14
3	Parcialmente importante	6.8%	3	3	1.00	1.00	1	0.33	0.14
4	Importante	16.9%	2	4	3.00	3.00	3.00	1	0.14
5	Extremamente importante	62.8%	1	5	7.00	7.00	7.00	7.00	1

FONTE: A autora (2019).

A partir desta estrutura, pode-se então obter devida hierarquização dos indicadores de acordo com seus temas pré-definidos.

3.2.3 Distribuição dos indicadores

O sistema de indicadores proposto neste estudo prioriza a análise dos impactos do TC em cidades industriais e portuárias, porém sua aplicabilidade é válida e factível em qualquer cidade, independente de seu porte e natureza. Sendo assim, com base nas entrevistas com especialistas e na análise multicritério adotada, para as cidades foco deste trabalho (cidades industriais e portuárias), serão agregados os indicadores “Extremamente Importantes” e as demais cidades

serão tipificadas conforme seu porte: (i) às cidades de pequeno porte serão agregados indicadores “Extremamente importantes”, (ii) às cidades de médio porte indicadores “Extremamente importantes” e “Importantes” e (iii) às cidades de grande porte indicadores “Extremamente importantes”, “Importantes” e “Parcialmente importantes”, como mostra a FIGURA 6.

FIGURA 6: ENQUADRAMENTO DOS NÍVEIS DE IMPORTÂNCIA DE ACORDO COM A CARACTERÍSTICA DA CIDADE



FONTE: A autora (2019).

3.3 DEFINIÇÃO DE PESOS E NORMALIZAÇÃO DOS INDICADORES

Os pesos dos temas e dimensões e a normalização dos indicadores seguirá o roteiro proposto por Costa (2008), adaptado para os indicadores de transporte de carga, como mostrado a seguir.

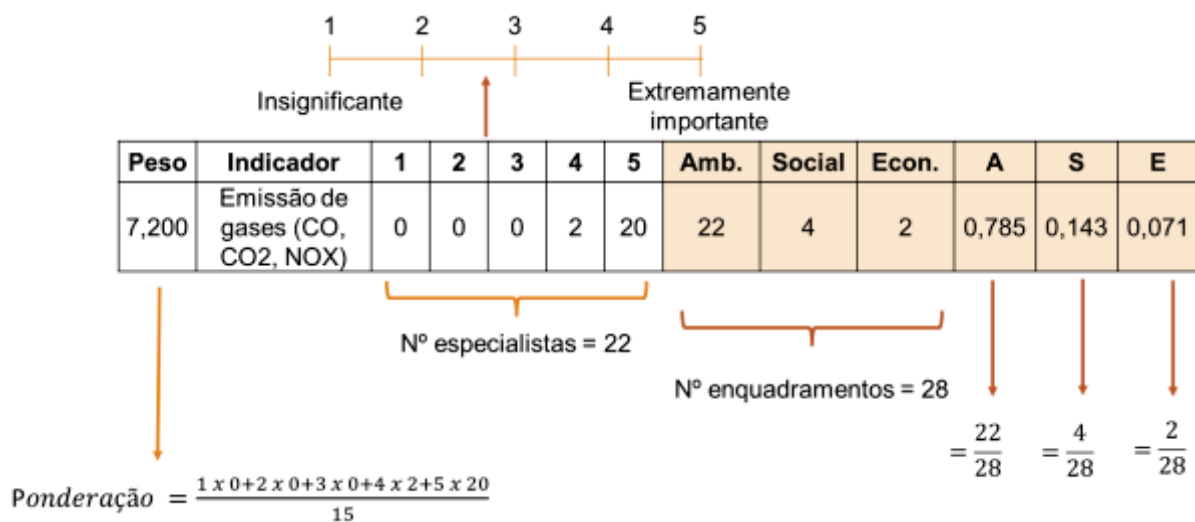
3.3.1 Pesos dos temas e dimensões

Propostos os indicadores que compõe o sistema, seu enquadramento nas três dimensões da sustentabilidade e a partir dos temas previamente propostos no Quadro 15, será obtido o sistema de pesos.

Baseando-se na proposição de Costa (2008), previamente apresentada no item 2.4.4 b), os pesos de cada indicador de acordo com a opinião dos especialistas são definidos a partir da média ponderada dos níveis de prioridade, na escala de 1 a 5. Já os pesos das dimensões para cada indicador são equivalentes à razão entre o

número de enquadramentos em determinada dimensão e o total de enquadramentos obtidos, como exemplificado na FIGURA 7.

FIGURA 7: PESOS DOS INDICADORES E DIMENSÕES SEGUNDO OS ESPECIALISTAS



FONTE: A autora (2019).

Quando agregados, todos os indicadores inseridos em um tema possuirão pesos iguais, variando entre 0,00 e 1,00, de forma que seu somatório resulte em 1,00 (FIGURA 8).

FIGURA 8: NORMALIZAÇÃO DOS INDICADORES AGREGADOS EM TEMAS

= 1,00

A	S	E	TEMA	NORM.	PESO	Média	INDICADOR	PESO	NORM.	A	S	E
0,447	0,192	0,361	Fator Veículo	0,168	0,990	5,942	Emissão de gases (CO, CO2, NOX)	7,200	0,125	0,786	0,143	0,07
							Emissão de ruídos	6,533	0,125	0,714	0,286	0,00
							Utilização de combustíveis alternativos	6,133	0,125	0,690	0,034	0,27
							Velocidade média veicular	5,800	0,125	0,324	0,324	0,35
							Manutenção preventiva	5,933	0,125	0,289	0,132	0,57
							Tecnologia embarcada para rotas georreferenciadas	5,267	0,125	0,185	0,148	0,66
							Idade média da frota de veículos pesados	5,267	0,125	0,406	0,063	0,53
							Utilização de dispositivos de controle no veículo	5,400	0,125	0,185	0,407	0,40

FONTE: A autora (2019).

Para a determinação dos pesos normalizados de cada tema, faz-se necessário o cálculo da média aritmética dos pesos de cada indicador de acordo com os especialistas (FIGURA 9), seguido do cálculo do peso de cada tema, obtido pela razão entre tal média e o número de temas do sistema (6) (FIGURA 10) e por fim suas respectivas normalizações, equivalentes à razão entre o peso de cada tema e o somatório dos pesos de todos os temas (FIGURA 11).

FIGURA 9: DETERMINAÇÃO DA MÉDIA DOS TEMAS

$$\frac{7,2 + 6,533 + 6,133 + 5,8 + 5,933 + 5,267 + 5,267 + 5,4}{8}$$

A	S	E	TEMA	NORM.	PESO	Média	INDICADOR	PESO	NORM.	A	S	E
0,447	0,192	0,361	Fator Veículo	0,168	0,990	5,942	Emissão de gases (CO, CO2, NOX)	7,200	0,125	0,786	0,143	0,071
							Emissão de ruídos	6,533	0,125	0,714	0,286	0,000
							Utilização de combustíveis alternativos	6,133	0,125	0,690	0,034	0,276
							Velocidade média veicular	5,800	0,125	0,324	0,324	0,353
							Manutenção preventiva	5,933	0,125	0,289	0,132	0,579
							Tecnologia embarcada para rotas georreferenciadas	5,267	0,125	0,185	0,148	0,667
							Idade média da frota de veículos pesados	5,267	0,125	0,406	0,063	0,531
							Utilização de dispositivos de controle no veículo	5,400	0,125	0,185	0,407	0,407

FONTE: A autora (2019).

FIGURA 10: DETERMINAÇÃO DO PESO DOS TEMAS

$$\frac{5,942}{6}$$

A	S	E	TEMA	NORM.	PESO	Média	INDICADOR	PESO	NORM.	A	S	E
0,447	0,192	0,361	Fator Veículo	0,168	0,990	5,942	Emissão de gases (CO, CO2, NOX)	7,200	0,125	0,786	0,143	0,071
							Emissão de ruídos	6,533	0,125	0,714	0,286	0,000
							Utilização de combustíveis alternativos	6,133	0,125	0,690	0,034	0,276
							Velocidade média veicular	5,800	0,125	0,324	0,324	0,353
							Manutenção preventiva	5,933	0,125	0,289	0,132	0,579
							Tecnologia embarcada para rotas georreferenciadas	5,267	0,125	0,185	0,148	0,667
							Idade média da frota de veículos pesados	5,267	0,125	0,406	0,063	0,531
							Utilização de dispositivos de controle no veículo	5,400	0,125	0,185	0,407	0,407

FONTE: A autora (2019).

FIGURA 11: DETERMINAÇÃO DA NORMALIZAÇÃO DOS TEMAS

$$= \frac{0,99}{0,99 + 1,014 + 0,994 + 0,956 + 0,967 + 0,984}$$

A	S	E	TEMA	NORM.	PESO	Média	INDICADOR	PESO	NORM.	A	S	E
0,447	0,192	0,361	Fator Veículo	0,168	0,990	5,942	Emissão de gases (CO, CO2, NOX)	7,200	0,125	0,786	0,143	0,071
							Emissão de ruídos	6,533	0,125	0,714	0,286	0,000
							Utilização de combustíveis alternativos	6,133	0,125	0,690	0,034	0,276
							Velocidade média veicular	5,800	0,125	0,324	0,324	0,353
							Manutenção preventiva	5,933	0,125	0,289	0,132	0,579
							Tecnologia embarcada para rotas georreferenciadas	5,267	0,125	0,185	0,148	0,667
							Idade média da frota de veículos pesados	5,267	0,125	0,406	0,063	0,531
							Utilização de dispositivos de controle no veículo	5,400	0,125	0,185	0,407	0,407

FONTE: A autora (2019).

Por fim, para cada tema, os pesos das dimensões ambiental, social e econômica serão obtidos a partir da média aritmética dos pesos de cada dimensão em cada indicador agregado em determinado tema, como exemplificado na FIGURA 12.

FIGURA 12: DETERMINAÇÃO DOS PESOS DAS DIMENSÕES PARA OS TEMAS

$$= \frac{0,786 + 0,714 + 0,69 + 0,324 + 0,289 + 0,185 + 0,406 + 0,185}{8}$$

A	S	E	TEMA	NORM.	PESO	Média	INDICADOR	PESO	NORM.	A	S	E
0,447	0,192	0,361	Fator Veículo	0,168	0,990	5,942	Emissão de gases (CO, CO2, NOX)	7,200	0,125	0,786	0,143	0,071
							Emissão de ruídos	6,533	0,125	0,714	0,286	0,000
							Utilização de combustíveis alternativos	6,133	0,125	0,690	0,034	0,276
							Velocidade média veicular	5,800	0,125	0,324	0,324	0,353
							Manutenção preventiva	5,933	0,125	0,289	0,132	0,579
							Tecnologia embarcada para rotas georreferenciadas	5,267	0,125	0,185	0,148	0,667
							Idade média da frota de veículos pesados	5,267	0,125	0,406	0,063	0,531
							Utilização de dispositivos de controle no veículo	5,400	0,125	0,185	0,407	0,407

FONTE: A autora (2019).

Isso permitirá, conforme citado por Costa (2008), que ocorra substituição ou inserção de indicadores no sistema sem a necessidade de uma nova avaliação por parte dos especialistas, sendo somente necessária a redistribuição dos pesos de forma a resultar no somatório final de valor igual a 1,00.

3.3.2 Normalização dos indicadores

Como indicado no item 2.4.4 c), a normalização consistirá em um *score* entre os valores de 0,00 e 1,00. A escala de avaliação de cada indicador ocorrerá conforme sua tipologia: qualitativo ou quantitativo.

Para os indicadores qualitativos, a partir de uma escala linear, quanto mais negativa foi a contribuição para a mobilidade sustentável, menor será o *score* (FIGURA 13).

FIGURA 13: EXEMPLO DE INDICADOR QUALITATIVO

Indicador 6.2 - Incentivo à multimodalidade no transporte de carga	
Score	Valores de Referência
1,00	O município dispõe de legislação específica, normas técnicas, recomendações, programas de iniciativa pública e campanhas de educação e sensibilização para o incentivo à multimodalidade
0,75	O município dispõe de legislação específica, normas técnicas, recomendações e ações ou programas de iniciativa pública para o incentivo à multimodalidade
0,50	O município dispõe de legislação específica, normas técnicas e recomendações para o incentivo à multimodalidade
0,25	O município dispõe de legislação específica para o incentivo à multimodalidade
0,00	O município não dispõe de qualquer ação ou instrumento para o incentivo à multimodalidade

FONTE: Costa (2008).

Já para os quantitativos, a associação será feita diretamente com os resultados de sua avaliação (FIGURA 14), conforme Costa (2008) recomenda.

FIGURA 14: EXEMPLO DE INDICADOR QUANTITATIVO

Indicador 1.2 - Emissão de ruídos	
Score	Valores de Referência
	Porcentagem da população urbana (ou da área em estudo) exposta a ruído de tráfego gerado por veículos pesados superior a 65 dB(A)
1,00	0
0,75	25%
0,50	50%
0,25	75%
0,00	100%

FONTE: Costa (2008).

A autora ainda salienta que, em caso de inexistência ou indisponibilidade de dados, o *score* pode ser definido a partir de uma avaliação expedita, realizada por

profissional especialista na área. Assim, o profissional poderá optar na utilização dos valores já normalizados ou na avaliação expressa em sua unidade de medida, sendo no último caso necessária posterior normalização.

4 RESULTADOS

4.1 PROPOSIÇÃO DOS INDICADORES DE TRANSPORTES DE CARGA

A seguir serão apresentados os resultados da pesquisa com os 22 especialistas, a análise multicritério realizada a partir das respostas e a distribuição dos indicadores de acordo com a característica da cidade a ser estudada.

4.1.1 Pesquisa com especialistas

A partir do contato via e-mail de técnicos e especialistas, profissionais da área de planejamento de transportes, mobilidade urbana, logística e transporte de cargas convidados a completar o questionário proposto, foram obtidas respostas de 22 especialistas.

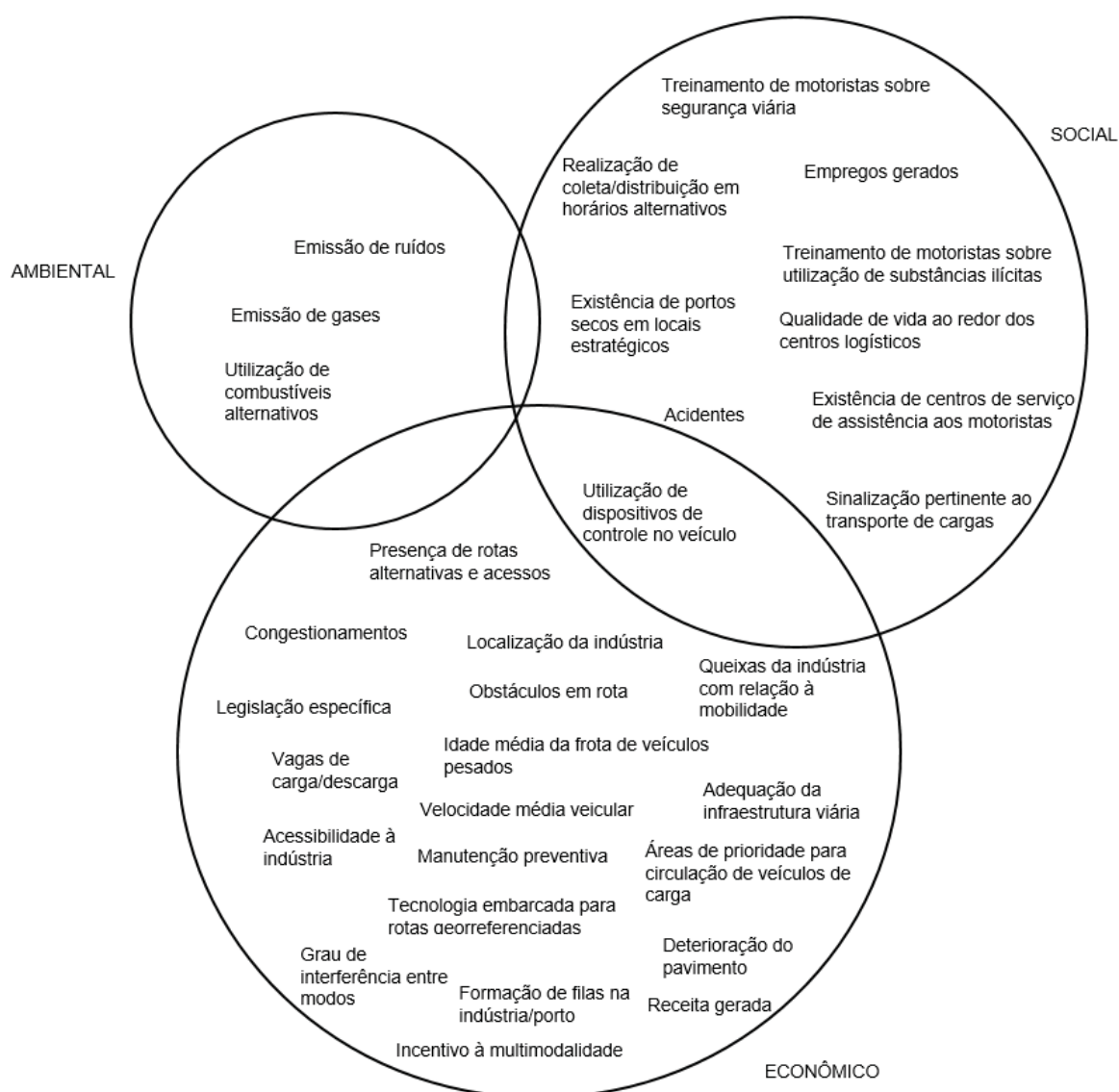
A seguir, o GRÁFICO 4 mostra a relação de respondentes com o nível de importância obtido em cada indicador proposto.

Com a definição do nível de importância dos indicadores a partir da pesquisa com os especialistas, foi possível realizar o método da análise hierárquica para tomada de decisão em manter ou descartar os indicadores propostos, conforme item 3.2.2.

Além do nível de importância dos indicadores, o questionário retornou o enquadramento de cada indicador nas dimensões ambiental, social e econômica, como mostra o GRÁFICO 5. Tal enquadramento permite a definição dos pesos de cada dimensão.

Como resultado, obtêm-se matriz de indicadores distribuídos nas três dimensões propostas. Vale ressaltar que cada indicador possui determinado peso em cada uma das três dimensões da sustentabilidade, sendo raros os casos de similaridade de pesos. A FIGURA 15 demonstra o enquadramento prioritário em cada uma das dimensões, tendo como resultado 3 indicadores na dimensão ambiental, 9 na social, 19 na dimensão econômica e 1 permeando entre as dimensões social e econômica.

FIGURA 15: MATRIZ DE INDICADORES DE TRANSPORTE DE CARGA



FONTE: A autora (2019).

4.1.2 AHP para os indicadores de transporte de carga

Após a inserção das respostas dos especialistas com relação ao nível de importância de cada indicador na ferramenta computacional disponível pela *Business Performance Management Singapore*, foi possível estabelecer uma matriz de prioridade para definir a exclusão ou não de cada indicador.

Como resultado, foram estabelecidos os níveis de importância de cada indicador. Dos 32 indicadores, 15 foram elencados como extremamente importantes, 12 importantes e 5 parcialmente importantes, como ilustrado na FIGURA 16 e descrito no QUADRO 16. Vale ressaltar que nenhum indicador obteve nível de importância “Insignificante” ou “Parcialmente insignificante”.

Os resultados obtidos na íntegra encontram-se no Apêndice B.

FIGURA 16: RELAÇÃO DE NÚMERO DE INDICADORES POR NÍVEL DE IMPORTÂNCIA



FONTE: A autora (2019).

QUADRO 16: NÍVEL DE IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES

TEMA	INDICADOR	NÍVEL DE IMPORTÂNCIA
FATOR VEÍCULO	Emissão de ruídos	
	Emissão de gases (CO, CO2, NOX)	
	Idade média da frota de veículos pesados	
	Utilização de dispositivos de controle no veículo	
	Utilização de combustíveis alternativos	
	Tecnologia embarcada para rotas georreferenciadas	
	Velocidade média veicular	
	Manutenção preventiva	
FATOR HUMANO	Treinamento de motoristas sobre utilização de substâncias ilícitas	
	Treinamento de motoristas sobre segurança viária	
	Qualidade de vida ao redor dos centros logísticos (indústria/porto)	
	Existência de centros de serviços de assistência aos motoristas (áreas para descanso)	
FATOR VIA	Deterioração do pavimento	
	Adequação da infraestrutura viária	
	Sinalização pertinente ao transporte de carga (instruções visuais e placas indicativas para empresas e vias)	
	Obstáculos em rota (lombadas, viadutos)	
INDÚSTRIA	Existência de portos secos em locais estratégicos	
	Empregos gerados	
	Queixas das indústrias/portos com relação à mobilidade	
	Receita gerada (desenvolvimento econômico regional)	
	Vagas de carga/descarga na indústria/porto	
	Formação de filas na indústria/porto	
	Realização de coleta/distribuição em horários alternativos	
FATOR URBANÍSTICO	Localização da indústria	
	Acessibilidade à indústria/porto	
TRÁFEGO E CIRCULAÇÃO	Congestionamentos	
	Acidentes	
	Presença de rotas alternativas e acessos	
	Legislação específica para o modo de transporte	
	Incentivo à multimodalidade no transporte de carga	
	Grau de interferência entre modais	
	Áreas de prioridade para circulação de veículos de carga	

Legenda

	Insignificante
	Parcialmente insignificante
	Parcialmente importante
	Importante
	Extremamente importante

FONTE: A autora (2019).

Chega-se então à conclusão de que nenhum indicador será excluído, apenas redirecionado de acordo com a característica da cidade em que serão aplicados, como mostrado a seguir.

4.1.3 Distribuição dos indicadores

O questionário com os especialistas e a análise hierárquica permitiram a distribuição dos indicadores conforme o porte das cidades, como explicitado em 3.2.3. O QUADRO 17 demonstra os resultados obtidos.

QUADRO 17: DISTRIBUIÇÃO DOS INDICADORES X CARACTERÍSTICA DAS CIDADES

(continua)

INDICADOR	CIDADES GRANDES	CIDADES MÉDIAS	CIDADES PEQUENAS	CIDADES INDUSTRIAIS
Emissão de ruídos				
Emissão de gases (CO, CO ₂ , NO _x)				
Idade média da frota de veículos pesados				
Utilização de dispositivos de controle no veículo				
Utilização de combustíveis alternativos				
Tecnologia embarcada para rotas georreferenciadas				
Velocidade média veicular				
Manutenção preventiva				
Treinamento de motoristas sobre utilização de substâncias ilícitas				
Treinamento de motoristas sobre segurança viária				
Qualidade de vida ao redor dos centros logísticos (indústria/porto)				
Existência de centros de serviços de assistência aos motoristas (áreas para descanso)				
Deterioração do pavimento				
Adequação da infraestrutura viária				
Sinalização pertinente ao transporte de carga (instruções visuais e placas indicativas para empresas e vias)				
Obstáculos em rota (lombadas, viadutos)				
Existência de portos secos em locais estratégicos				
Empregos gerados				
Queixas das indústrias/portos com relação à mobilidade				
Receita gerada (desenvolvimento econômico regional)				
Vagas de carga/descarga na indústria/porto				

(conclusão)

INDICADOR	CIDADES GRANDES	CIDADES MÉDIAS	CIDADES PEQUENAS	CIDADES INDUSTRIAIS
Formação de filas na indústria/porto				
Realização de coleta/distribuição em horários alternativos				
Localização da indústria				
Acessibilidade à indústria/porto				
Congestionamentos				
Acidentes				
Presença de rotas alternativas e acessos				
Legislação específica para o modo de transporte				
Incentivo à multimodalidade no transporte de carga				
Grau de interferência entre modais				
Áreas de prioridade para circulação de veículos de carga				

FONTE: A autora (2019).

Tem-se, então, para cidades industriais/portuárias e de pequeno porte, 15 indicadores aplicáveis (extremamente importantes), 27 indicadores para cidades de médio porte (extremamente importantes e importantes) e 32 indicadores para cidades de grande porte (extremamente importantes, importantes e parcialmente importantes). Este resultado está ilustrado na FIGURA 17.

FIGURA 17: ENQUADRAMENTO DOS INDICADORES DE ACORDO COM AS CARACTERÍSTICAS DAS CIDADES



FONTE: A autora (2019).

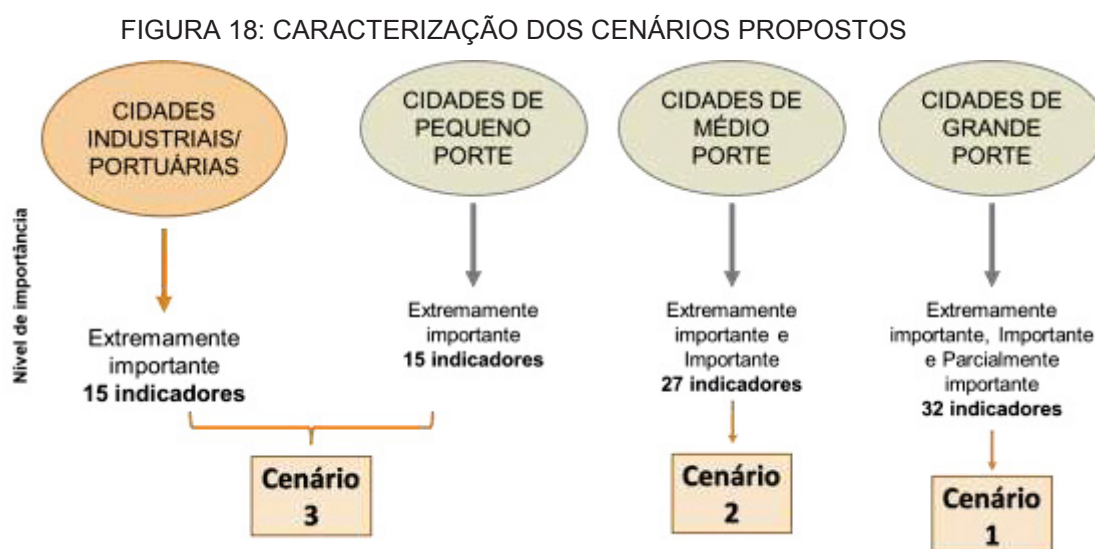
4.2 DEFINIÇÃO DE PESOS E NORMALIZAÇÃO DOS INDICADORES

A seguir serão apresentados os resultados da definição dos pesos de cada indicador e suas normalizações.

4.2.1 Pesos dos temas e dimensões

A partir da metodologia apresentada no item 3.3.1, foi possível estabelecer um sistema de pesos em 3 cenários (FIGURA 18):

- (1) cidades de grande porte, utilizando os 3 níveis de indicadores (QUADRO 18),
- (2) cidades de médio porte, utilizando os indicadores extremamente importantes e importantes (QUADRO 19) e
- (3) cidades de pequeno porte e industriais/portuárias, independente do porte, utilizando apenas os indicadores extremamente importantes (QUADRO 20).



FONTE: A autora (2019).

QUADRO 18: SISTEMA DE PESOS - CENÁRIO 1 (CIDADES DE GRANDE PORTE)

(continua)

A	S	E	Tema	Peso	INDICADOR	Peso	A	S	E
					Emissão de gases (CO, CO2, NOX)	0,125	0,786	0,143	0,071
					Emissão de ruídos	0,125	0,714	0,286	0,000
0,447	0,192	0,361	Fator Veículo	0,168	Utilização de combustíveis alternativos	0,125	0,690	0,034	0,276
					Velocidade média veicular	0,125	0,324	0,324	0,353
					Manutenção preventiva	0,125	0,289	0,132	0,579
					Tecnologia embarcada para rotas georreferenciadas	0,125	0,185	0,148	0,667
					Idade média da frota de veículos pesados	0,125	0,406	0,063	0,531
					Utilização de dispositivos de controle no veículo	0,125	0,185	0,407	0,407
					Treinamento de motoristas sobre segurança viária	0,250	0,088	0,588	0,324
0,125	0,619	0,256	Fator Humano	0,172	Treinamento de motoristas sobre utilização de substâncias ilícitas	0,250	0,171	0,571	0,257
					Qualidade de vida ao redor dos centros logísticos (indústria/porto)	0,250	0,206	0,529	0,265
					Existência de centros de serviços de assistência aos motoristas (áreas para descanso)	0,250	0,036	0,786	0,179
					Adequação da infraestrutura viária	0,250	0,111	0,111	0,778
0,167	0,300	0,533	Fator Via	0,168	Sinalização pertinente ao transporte de carga (instruções visuais e placas indicativas para empresas e vias)	0,250	0,182	0,591	0,227
					Deterioração do pavimento	0,250	0,182	0,152	0,667
					Obstáculos em rota (lombadas, viadutos)	0,250	0,192	0,346	0,462
					Formação de filas na indústria/porto	0,143	0,219	0,156	0,625
					Realização de coleta/distribuição em horários alternativos	0,143	0,303	0,364	0,333
0,122	0,295	0,583	Indústria	0,162	Receita gerada (desenvolvimento econômico regional)	0,143	0,000	0,250	0,750
					Vagas de carga/descarga na indústria/porto	0,143	0,120	0,240	0,640
					Empregos gerados	0,143	0,000	0,515	0,485
					Existência de portos secos em locais estratégicos	0,143	0,172	0,172	0,655
					Queixas das indústrias/portos com relação à mobilidade	0,143	0,037	0,370	0,593
0,162	0,323	0,515	Fator Urbanístico	0,164	Localização da indústria	0,500	0,216	0,324	0,459
					Acessibilidade à indústria/porto	0,500	0,107	0,321	0,571

(conclusão)

A	S	E	Tema	Peso	INDICADOR	PESO	A	S	E
0,250	0,267	0,483	Tráfego e Circulação	0,167	Acidentes	0,143	0,196	0,435	0,370
					Incentivo à multimodalidade no transporte de carga	0,143	0,314	0,114	0,571
					Congestionamentos	0,143	0,250	0,341	0,409
					Presença de rotas alternativas e acessos	0,143	0,207	0,138	0,655
					Áreas de prioridade para circulação de veículos de carga	0,143	0,286	0,286	0,429
					Legislação específica para o modo de transporte	0,143	0,211	0,342	0,447
					Grau de interferência entre modais	0,143	0,286	0,214	0,500

FONTE: A autora (2019).

QUADRO 19: SISTEMA DE PESOS - CENÁRIO 2 (CIDADES DE MÉDIO PORTE)

(continua)

A	S	E	Tema	Peso	INDICADOR	Peso	A	S	E
0,561	0,184	0,256	Fator Veículo	0,175	Emissão de gases (CO, CO2, NOX)	0,200	0,786	0,143	0,071
					Emissão de ruídos	0,200	0,714	0,286	0,000
0,125	0,619	0,256	Fator Humano	0,169	Utilização de combustíveis alternativos	0,200	0,690	0,034	0,276
					Velocidade média veicular	0,200	0,324	0,324	0,353
					Manutenção preventiva	0,200	0,289	0,132	0,579
					Treinamento de motoristas sobre segurança viária	0,250	0,088	0,588	0,324
					Treinamento de motoristas sobre utilização de substâncias ilícitas	0,250	0,171	0,571	0,257
0,167	0,300	0,533	Fator Via	0,166	Qualidade de vida ao redor dos centros logísticos (indústria/porto)	0,250	0,206	0,529	0,265
					Existência de centros de serviços de assistência aos motoristas (áreas para descanso)	0,250	0,036	0,786	0,179
					Adequação da infraestrutura viária	0,250	0,111	0,111	0,778
					Sinalização pertinente ao transporte de carga (instruções visuais e placas indicativas para empresas e vias)	0,250	0,182	0,591	0,227
					Deterioração do pavimento	0,250	0,182	0,152	0,667
					Obstáculos em rota (lombadas, viadutos)	0,250	0,192	0,346	0,462

(conclusão)

A	S	E	TEMA	PESO	INDICADOR	PESO	A	S	E
0,136	0,283	0,581	Indústria	0,163	Formação de filas na indústria/porto	0,167	0,219	0,156	0,625
					Realização de coleta/distribuição em horários alternativos	0,167	0,303	0,364	0,333
					Receita gerada (desenvolvimento econômico regional)	0,167	0,000	0,250	0,750
					Vagas de carga/descarga na indústria/porto	0,167	0,120	0,240	0,640
0,162	0,323	0,515	Fator Urbanístico	0,161	Empregos gerados	0,167	0,000	0,515	0,485
					Existência de portos secos em locais estratégicos	0,167	0,172	0,172	0,655
					Localização da indústria	0,500	0,216	0,324	0,459
					Acessibilidade à indústria/porto	0,500	0,107	0,321	0,571
0,244	0,276	0,480	Tráfego e Circulação	0,166	Acidentes	0,167	0,196	0,435	0,370
					Incentivo à multimodalidade no transporte de carga	0,167	0,314	0,114	0,571
					Congestionamentos	0,167	0,250	0,341	0,409
					Presença de rotas alternativas e acessos	0,167	0,207	0,138	0,655
					Áreas de prioridade para circulação de veículos de carga	0,167	0,286	0,286	0,429
					Legislação específica para o modo de transporte	0,167	0,211	0,342	0,447

FONTE: A autora (2019).

QUADRO 20: SISTEMA DE PESOS - CENÁRIO 3 (CIDADES DE PEQUENO PORTE E CIDADES INDUSTRIAIS/PORTUÁRIAS)

(continua)

A	S	E	Tema	Peso	INDICADOR	Peso	A	S	E
0,628	0,197	0,175	Fator Veículo	0,205	Emissão de gases (CO, CO2, NOX)	0,250	0,786	0,143	0,071
					Emissão de ruídos	0,250	0,714	0,286	0,000
					Utilização de combustíveis alternativos	0,250	0,690	0,034	0,276
					Velocidade média veicular	0,250	0,324	0,324	0,353
0,125	0,619	0,256	Fator Humano	0,194	Treinamento de motoristas sobre segurança viária	0,250	0,088	0,588	0,324
					Treinamento de motoristas sobre utilização de substâncias ilícitas	0,250	0,171	0,571	0,257
					Qualidade de vida ao redor dos centros logísticos (indústria/porto)	0,250	0,206	0,529	0,265
					Existência de centros de serviços de assistência aos motoristas (áreas para descanso)	0,250	0,036	0,786	0,179

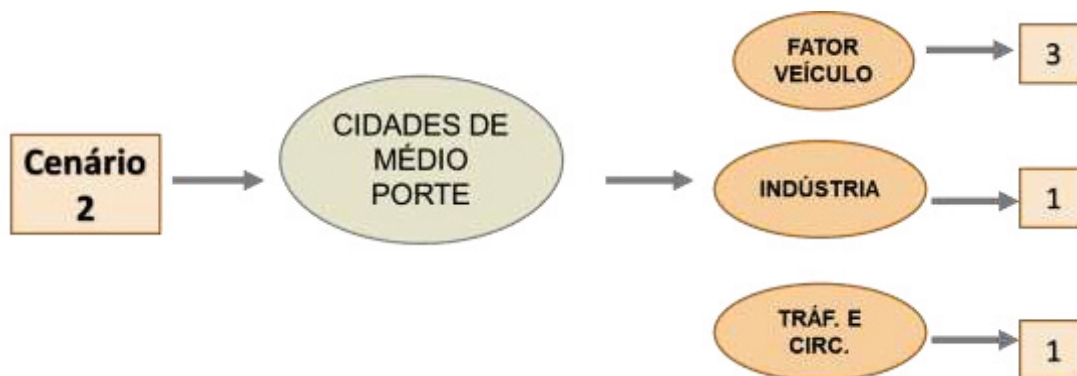
(conclusão)

A	S	E	TEMA	PESO	INDICADOR	PESO	A	S	E
0,146	0,351	0,503	Fator Via	0,196	Adequação da infraestrutura viária	0,500	0,111	0,111	0,778
					Sinalização pertinente ao transporte de carga (instruções visuais e placas indicativas para empresas e vias)	0,500	0,182	0,591	0,227
0,261	0,260	0,479	Indústria	0,202	Formação de filas na indústria/porto	0,500	0,219	0,156	0,625
					Realização de coleta/distribuição em horários alternativos	0,500	0,303	0,364	0,333
					Acidentes	0,333	0,196	0,435	0,370
0,253	0,297	0,450	Tráfego e Circulação	0,203	Incentivo à multimodalidade no transporte de carga	0,333	0,314	0,114	0,571
					Congestionamentos	0,333	0,250	0,341	0,409

FONTE: A autora (2019).

Alguns pontos de destaque podem ser notados após a realização da distribuição: no cenário 2, dos 5 indicadores excluídos, 3 fazem parte do tema “Fator Veículo”, 1 do “Fator Indústria” e 1 do tema “Tráfego e Circulação”, representado na FIGURA 19.

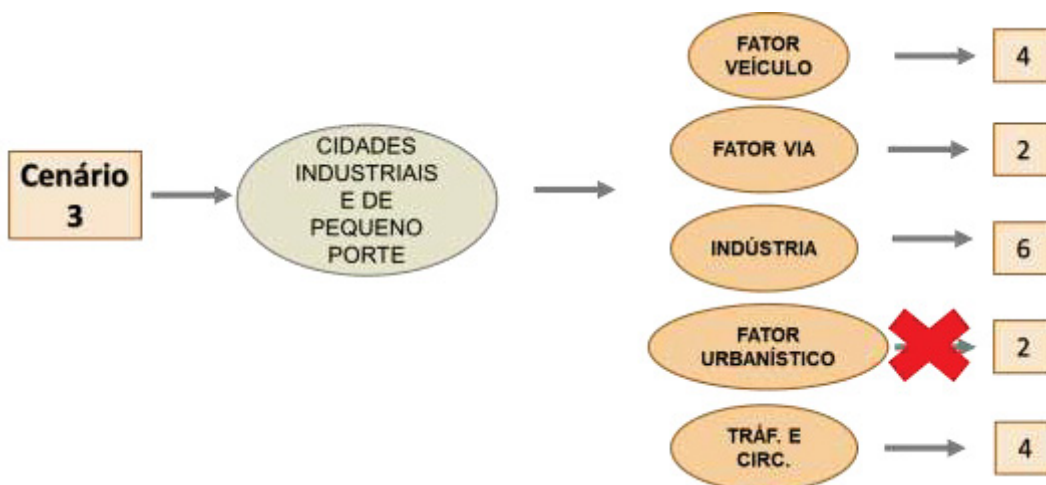
FIGURA 19: DESTAQUES DO CENÁRIO 2



FONTE: A autora (2019).

No cenário 3, dos 17 indicadores excluídos, 4 fazem parte do tema “Fator Veículo”, 2 do “Fator Via”, 6 do “Fator Indústria”, 2 do “Fator Urbanístico” – fato que fez com que houvesse a exclusão deste tema - e 4 do tema “Tráfego e Circulação”, representado na FIGURA 20.

FIGURA 20: DESTAQUES DO CENÁRIO 3



FONTE: A autora (2019).

4.2.2 Normalização dos indicadores

O passo final deste trabalho consistiu na normalização de cada um dos 32 indicadores, independente do cenário no qual se enquadram (Apêndice C). Para isso, além do processo metodológico apresentado no item 3.2.2, a quantificação dos indicadores propostos teve como base fundamental o referencial teórico apresentado neste trabalho. A seguir, o QUADRO 21 e o QUADRO 22 exemplificam as quantificações de um indicador qualitativo e de um quantitativo, respectivamente.

QUADRO 21: MODELO DE INDICADOR QUALITATIVO

Indicador 6.7 - Legislação específica para o modo de transporte	
Score	Valores de Referência
1	O município dispõe de legislação específica, normas técnicas, recomendações, programas de iniciativa pública e campanhas de educação e sensibilização para o transporte de carga
0,75	O município dispõe de legislação específica, normas técnicas, recomendações e ações ou programas de iniciativa pública para o transporte de carga
0,5	O município dispõe de legislação específica, normas técnicas e recomendações para o transporte de carga
0,25	O município dispõe de legislação específica para o transporte de carga
0	O município não dispõe de qualquer ação ou instrumento para o transporte de carga

FONTE: A autora (2019).

QUADRO 22: MODELO DE INDICADOR QUANTITATIVO

Indicador 6.1 - Acidentes	
Score	Valores de Referência
	Porcentagem dos acidentes de trânsito ocorridos em vias urbanas do município no ano de referência envolvendo caminhões
1	Até 5%
0,75	10%
0,5	15%
0,25	20%
0	25% ou mais

FONTE: A autora (2019).

A partir da quantificação dos 32 dos indicadores é possível então realizar o cálculo do índice de mobilidade urbana sustentável no contexto do transporte de

cargas, levando em consideração os cenários propostos, como mostrado anteriormente.

5 CONCLUSÃO

No decorrer do desenvolvimento deste estudo, as relações entre o transporte de cargas e a mobilidade urbana sustentável – um dos pilares do planejamento urbano – puderam ser estabelecidas de forma a ressaltar a sua importância em confronto com a escassez de estudos da temática abordada. Pode-se compreender o papel fundamental do transporte de mercadorias para o desenvolvimento das cidades, em especial as industriais e portuárias, mas, mais do que isso, as consequências da falta de planejamento de tal modalidade. Notou-se, desta forma, que os impactos gerados pelo transporte de cargas vão além dos demarcados isoladamente em cada uma das três dimensões da sustentabilidade – social, econômica e ambiental –: na maioria dos casos, cada impacto possui correspondência com as três dimensões, de modo complementar. Tais relações se mostraram de grande valia para o delineamento deste estudo e demais conclusões.

Este trabalho, ao avançar nas discussões relativas ao planejamento dos transportes de cargas, teve como principal objetivo a identificação de indicadores, proposição esta concluída efetivamente com o auxílio da revisão bibliográfica apresentada, com a qual foi possível delinear 32 indicadores a serem analisados pelos especialistas e, posteriormente, avaliados a partir da análise hierárquica anteriormente exposta. Todas as etapas metodológicas desta dissertação caminharam para uma análise mais ampla da modalidade de transporte de cargas, visto a sua importância no cenário do planejamento, agora não somente para cidades industriais e portuária, mas também para as demais cidades brasileiras. Para isso, a divisão em três cenários se mostrou uma tomada de decisão necessária, levando em consideração a disponibilidade de dados de cada tipo de cidade em questão.

Com relação ao IMUS, tal ferramenta teve papel fundamental no embasamento técnico e científico da proposta, dada a sua utilização para a determinação dos pesos e normalizações necessárias para a quantificação dos indicadores apresentados. Além disso, foi a partir desta metodologia, estudada em

trabalhos anteriores (BUHER, 2016), que se chegou à conclusão da necessidade dos indicadores aqui discutidos. Sendo assim, somando as experiências dos especialistas entrevistados, a análise hierárquica e a experiência de Costa (2008), a agregação dos 32 indicadores em forma de um índice foi bem-sucedida. Ainda, pode-se ressaltar que o nível de importância dos indicadores levou à manutenção dos 32 indicadores, o que mostra relativa consistência do estudo e do estabelecimento prévio de cada indicador proposto.

Com relação às contribuições desta pesquisa, apesar de seu ineditismo, estas não se restringem apenas à comunidade científica. O índice construído é passível de aplicação e acompanhamento por gestores e equipes técnicas municipais, sem a necessidade de ferramentas computacionais avançadas ou treinamentos específicos. Ainda, ao utilizar os indicadores como uma ferramenta de avaliação e monitoramento da mobilidade urbana sustentável, mais especificamente em planos municipais de mobilidade urbana, este instrumento contribui positivamente como uma forma mais objetiva de planejamento, indicador a indicador, de acordo com as potencialidades e deficiências de cada cidade, no decorrer do tempo de vigência do plano.

Por fim, devido à delimitação do escopo do estudo e tendo em vista a importância da análise da relação entre a natureza da indústria e seus diferentes impactos na cidade, sugere-se a proposição de indicadores que levem em consideração tal temática. Além disso, recomenda-se a inserção dos indicadores de TC no sistema do IMUS, bem como a revisão metodológica dos cálculos dos indicadores propostos, afim de reduzir a subjetividade da análise e garantir uma base de dados coerente. Ainda, faz-se necessária a aplicação dos indicadores nos 3 cenários propostos, afim de validar o método apresentado.

REFERÊNCIAS

- ABREU, B. R. A., LESSA, D. A., MIRANDA, L. L., OLIVEIRA, L. K. **Avaliação da adesão a um sistema colaborativo de trânsito para a distribuição de mercadorias: um estudo exploratório em Belo Horizonte (MG)**. In: XXVIII ANPET, 2014, Curitiba. Anais do XXVIII ANPET, 2014.
- ALLEN, J., ANDERSON, S., BROWNE, M., JONES, P. **A framework for considering policies to encourage sustainable urban freight traffic and goods/services flows**. 4 volumes. Transport Studies Group, University of Westminster, London, 2000.
- BANA e COSTA, C. A. **Modelos multicritério de apoio à decisão**. Lisboa. Instituto Superior Técnico, 2001.
- BANISTER, D.; STEAD D.; STEEN, P.; AKERMAN, J.; DREBORG, K.; NIJIKAMP, P.; TAPPESER R.S. **Targets for Sustainability Mobility, European Transport Policy and Sustainable Mobility**. cap. 8, pp119, Spon Press, 2000.
- BERNARDES, F.F., FERREIRA, W.R. **Logística Urbana: Análises e Considerações acerca do Transporte de Cargas**. XX Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito, 2015
- BRASIL. **Projeto de Lei da Mobilidade**. PL nº 1687, 2007
- BRASIL. **Lei Federal nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Diário Oficial da União. Brasília, 2012.
- BRASIL. **Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana**. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana - SeMob, Ministério das Cidades, Brasília, 2015
- BRASILEIRO, L. A.; ASCENÇÃO de, C. F.; ROSIN, T. A. **Áreas de estacionamento para veículos de carga e descarga**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 02, n. 10, pp. 19-30, 2014.
- BUHER, B. M. C. **Estudo e aplicação de indicadores de mobilidade urbana sustentável**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- CAMPOS, V. B. G., RAMOS, R. A. R. **Proposta de indicadores de mobilidade urbana sustentável relacionando transporte e uso do solo**. Artigo apresentado do 1º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 2005.
- CARVALHO, R. P. **Método para identificação de critérios de desempenho para avaliação e monitoramento de soluções de logística urbana**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2016

CASTRO, N. **Mensuração de externalidades do transporte de carga brasileiro.** Journal of Transport. Vol. 7, n. 1, pp. 163-181, 2013.

CENTRAL EUROPEAN INITIATIVE. CEI. **EU Projects.** Disponível em: <<http://www.cei.int/content/eu-projects-0>>. Acesso em: 25 set. 2017.

CET. Companhia de Engenharia de Tráfego. **Boletim técnico 44.** 2008. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/media/56369/btcetsp44.pdf>> Acesso em jan. 2018.

CHERRETT, T., ALLEN, J., MCLEOD, F., MAYNARD, S., HICKFORD, A., BROWNE, M. **Understanding urban freight activity: Key issues for freight planning.** Journal of Transport Geography, v.24, p.22.32, 2012.

CNT. Confederação Nacional dos Transportes. **Pesquisa CNT 2015.** Disponível em <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Downloads/Edicoes//2015/Relat%C3%B3rio%20Gerencial/PESQUISA_CNT2015_3nov.pdf>. Acesso em ago. 2018.

COSTA, M. C. **Um índice de mobilidade urbana sustentável.** Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

Comissão Europeia. **Livro verde: Por uma nova cultura de mobilidade urbana.** Bruxelas, Bélgica, 2007.

CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito. **RESOLUÇÃO Nº 75, DE 19 DE NOVEMBRO DE 1998.** Disponível em: <http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/resol_075_98.pdf>. Acesso em 05. jan. 2018.

CST. The Centre for Sustainable Transportation. **Issue on technology and sustainable transportation.** Canada, 2001.

CST. The Centre for Sustainable Transportation. **Defining Sustainable Transportation.** Canada, 2005.

DABLANC, L. **Goods transport in large European cities: difficult to organize, difficult to modernize.** Transportation Research Part A: Policy and Practice, v.41, p.280-285, 2007.

DELCHIARO, A. P. **Caminhões estão envolvidos em 24% dos acidentes com morte e acidentes com ônibus também tiveram dados divulgados.** VELTEC, 2015. Disponível em: <<https://veltec.com.br/caminhoes-envolvidos-em-acidentes/>>. Acesso em 02 abr. 2018.

DINIZ, C. C. **Desenvolvimento poligonal no Brasil: nem desconcentração, nem contínua polarização.** Nova Economia, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 35-64, set. 1993.

DOT. **Highway Cost Allocation Study Final Report.** FHWA/DOT, Wash., D.C, 1998.

FACCHINI, D. **Análise dos gaps de percepção dos atores envolvidos no transporte urbano de carga em Porto Alegre.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

FORMAN, E.; SELLY, M. A. **Decision by objectives: how to convince others that you are right.** 2001. Disponível em: <<http://www.expertchoice.com/dbo>>. Acesso em 09 mai. 2018.

GARTNER, I. R. **Avaliação Ambiental de Projetos em Bancos de Desenvolvimento Nacionais e Multilaterais: evidências e propostas.** Brasília: Universa, 2001.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GÓIS SOBRINHO, E. M., AZZONI, C. R. **Aglomerações industriais relevantes do Brasil.** In: Nereus/USP: São Paulo, 2014.

GUARESE, A.G. **Mobilidade e sustentabilidade local e regional – o caso da aglomeração urbana no Nordeste do Rio Grande do Sul.** Monografia. Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

GUDMUNDSSON, H. *Indicators and performance measures of Transportation, Environment and Sustainability in North America. Report from a German Marshall Fund Fellowship 2000.* Individual study tour October 2000. Research Notes No. 148. 2001. Disponível em: <http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_arbrapporter/rapporter/AR148.pdf>. Acesso em 30 jul. 2018.

GUDMUNDSSON, H. **Sustainable transport and performance indicators.** In: R. E. Hester and R. M. Harrison (ed.). Transport and Environment, Issues in Environmental Science and Technology. The Royal Society of Chemistry, p. 35-64, Cambridge, U.K. 2004.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais: Perfil dos Municípios Brasileiros.** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

KOWARICK, L. **A Espoliação Urbana.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

KOWARICK, L. **O Preço do Progresso: crescimento econômico, pauperização e espoliação urbana.** In: MOISÉS, J. A. et al. Cidade, Povo e Poder. Coleção CEDEC/PAZ E TERRA, Vol. 5. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.

LAUTSO, K.; SPIEKEMANN, K; WEGENER, M.; SHEPPARD, I.; STEADMAN P.; MARTINO A.; DOMING, R.; GAYDA, S. **PROPOLIS – Final Report**, 2nd Edition, Finland, 2004.

LEFEBVRE, H. **A revolução urbana.** Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.

MACLAREN, V. **Urban Sustainability Reporting**. Journal of American Planning Association, Chicago, v.62, p.184-202, 1996.

MAGAGNIN, R. C. **Um Sistema de Suporte à Decisão na Internet para o Planejamento da Mobilidade Urbana**. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MARTINEZ, T. L.; LEIVA, F. M. **Avaliação Comparativa de Indicadores Urbanos**. Oficina Técnica de Planejamento Estratégico de Granada – Granada MetrÓpole 21. 2003. Disponível em: <[http://www.granada.org/obj.nsf/in/CIHNBPA/\\$file/INDICADORES_URBANOS.pdf](http://www.granada.org/obj.nsf/in/CIHNBPA/$file/INDICADORES_URBANOS.pdf)>. Acesso em 30 jul. 2018.

MASCARENHAS, R. R., RIBEIRO FILHO, V. **Mobilidade urbana nos países em desenvolvimento: Uma analogia do transporte público urbano a partir da opção rodoviária e do automóvel no Brasil**. CaderNAU. Cadernos do Núcleo de Análises Urbanas. V.9, n. 1, p. 155-171. 2016.

MCKINNON, A. S.; CULLINANE, M.; BROWNE, A. W. **Green Logistics: Improving the environmental sustainability of logistics**. Kogan Page Limited press, London, UK, 2010.

MELO, B. P. **Indicadores de Ocupação Urbana sob o ponto de Vista da Infraestrutura Viária**. Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2004.

MENDONÇA, L. H. S.; FRAZZON, E. M. **Logística urbana no contexto dos planos de mobilidade urbana para as cidades brasileiras e o caso de Florianópolis**. In: XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Curitiba. Anais do XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2014.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **PlanMob: construindo a cidade sustentável – caderno de referências para elaboração de Plano de Mobilidade Urbana**. Brasília: Ministério das Cidades, 2007.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E MINISTÉRIO DA DEFESA. **Plano Nacional de Logística e Transportes**. Relatório Executivo. Brasília: MT e MD, 2007.

MONTE-MÓR, R. L. **O que é urbano, no mundo contemporâneo**. Revista paranaense de desenvolvimento. Curitiba, n.111, p.09-18, jul/dez. 2006.

MORAES, I. R. **Cidades portuárias sustentáveis: integração porto/cidade veículo para sustentabilidade**. 2008. 141 f. Dissertação (Mestrado em Direito Internacional e Direito Ambiental) - Universidade Católica de Santos, Santos, 2008.

MUKAI, H., DIAS, S. I. S., FEIBER, F. N., TABOADA, C. M. R. **Logística urbana**. XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Paraná, 2007.

NICOLAS, J.P.; PORCHET, P. e POIMBOEUF, H. ***Towards sustainable mobility indicators: application to the Lyons conurbation.*** Transport Policy 10, p. 197-208. 2003.

OGDEN, K. W. **Urban goods movement: a guide to policy and planning.** London: Ashgate, 1992.

OECD, Organisation for Economic Co-Operation and Development. **Delivering the Goods: 21st Century Challenges to Urban Goods.** 2003. Disponível em: <<http://www.internationaltransportforum.org/pub/pdf/03DeliveringGoods.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2017.

OLIVEIRA, C.A., BELDERRAIN, M.C.N. **Considerações sobre a Obtenção de Vetores de Prioridades no AHP.** In: I ERABIO, XXI ENDIO, XIX EPIO, Argentina, 2018.

PECHMAN, R. P. **Cidade, povo e nação: gênese do urbanismo moderno.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1996.

PEREIRA, M. F. V. **Redes, Sistemas de Transportes e as novas dinâmicas do Território no período atual: nota sobre o caso brasileiro.** In: Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 21, n. 1, p 121-129, 2009.

RAMOS, S. A. P.; CARDOSO, P. A.; CRUZ, M. M. C. **Atributos considerados sobre sustentabilidade no transporte rodoviário de cargas.** In: XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Curitiba. Anais do XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2014.

RAO, R. V. **Decision making in the manufacturing environment: Using Graph Theory and Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods.** Springer-Verlag London, 2007.

ROSA, C.; STEINER, M. T. A.; COLMENERO, J. C. **Utilização de processo de análise hierárquica para definição estrutural e operacional de centros de distribuição: uma aplicação a uma empresa do ramo alimentício.** Gest. Prod., São Carlos, v. 22, n. 4, p. 935-950, dez. 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2015000400935&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 10 maio 2018.

SAATY, T.L. **The analytic hierarchy process.** New York: McGraw-Hill. 1980.

SANCHES JUNIOR, P. F. **Logística de Carga Urbana: uma análise da realidade brasileira.** Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SILVA, A. N. R.; COSTA, M. S.; MACEDO, M. H. **Multiple Views of Sustainable Urban Mobility in a Developing Country – The Case of Brazil.** In: 11th World Conference on Transport Research, WCTR, Berkeley. Proceedings, (2007).

SILVA, T. C. M., MARINS, K. R. C. C. **Discutindo o papel do transporte de carga no planejamento urbano: contextualização e comparativo conceitual.** In: XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Curitiba. Anais do XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2014.

SINGER, P. **Desenvolvimento econômico e evolução urbana: análise da evolução econômica de São Paulo, Blumenau, Porto Alegre, Belo Horizonte e Recife.** 2a ed. São Paulo: Editora Nacional / Editora da USP, 1977.

SOUZA de, E. M. F. R.; CRUZ, C. B. M.; RICHTER, M. **O uso de geotecnologias em sistemas de transporte e organização urbana no Brasil.** Mercator, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 143-152, jan. /abr. 2014.

SUSTAINABLE MEASURES. *Indicators of Sustainability.* 2006. Disponível em: <<http://www.sustainablemeasures.com>>. Acesso em 30 jul. 2018.

TRANSPLUS. **Analysis of Land use and Transport Indicators, Transport Planning Land-Use and Sustainability.** Public Deliverables D2.2 and D3, 2003.

TRB. **Sustainable Transportation Indicators: A Recommended Program to Define a Standard Set of Indicators for Sustainable Transportation Planning.** Transportation Research Board (TRB), 2008. Disponível em: <<http://www.vtpi.org/sustain/sti.pdf>>. Acesso em 30 de jul. 2018.

TRIP. Transport Research & Innovation Portal. **Projects - Database search.** Disponível em: <<http://www.transport-research.info/web/projects/search.cfm>>. Acesso em: 25 set. 2017.

UK Round Table on Sustainable Development. **Defining a Sustainable Transport Sector.** 1996.

VILELA, L.O., PENNISI, R., ARANTES, T., RODRIGUES, W. F. **Transporte urbano de cargas: reflexões à luz da Geografia dos Transportes.** Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia 5, p. 103-120, 2013.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço intra-urbano no Brasil.** São Paulo: Studio Nobel/FAPESP/Lincoln Institute, 1998.

ZAMBON, K. L., MAGAGNIN, R. C., MANGIERI, R. L., RODRIGUES DA SILVA, A. N. **Incorporando a participação popular ao índice de mobilidade urbana sustentável através da WWW.** Artigo apresentado no IV Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável, Faro, Portugal, 2010.

ZIONI, S. M. **Espaços de carga na região metropolitana de São Paulo.** Tese de Doutorado - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO PARA ESPECIALISTAS

Indicadores de transporte de carga

Esta avaliação compõe o trabalho de dissertação intitulado "PROPOSIÇÃO DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL NO CONTEXTO DO TRANSPORTE DE CARGAS", desenvolvido por Bruna Buher Kureke, sob orientação da prof.^a Dra. Márcia de Andrade Pereira Bernardinis, do Departamento de Transportes (DTT), no Programa de Pós- Graduação em Planejamento Urbano da Universidade Federal do Paraná.

Esta avaliação tem por objetivo identificar a importância relativa de Indicadores de Mobilidade Urbana Sustentável no contexto do Transporte de Cargas e suas respectivas contribuições para as dimensões Econômica, Ambiental e Social.

Vale ressaltar que, para esta pesquisa, o transporte URBANO de cargas (distribuição de mercadorias para comércios e residências em geral, internamente às cidades com as mais diversas características) NÃO precisa ser levado em consideração, mas sim o transporte de cargas que ocorre a partir da entrada de cidades com características industriais ou portuárias, finalizando seu trajeto na indústria ou porto inserido nestas cidades.

Os resultados obtidos serão utilizados para a composição dos indicadores de transporte de cargas e sua futura inserção no Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), desenvolvido por Costa (2008).

A avaliação é composta por 33 indicadores obtidos através de pesquisas bibliográficas, inseridos nas dimensões Social, Econômica e Ambiental. Cada indicador deve ser identificado conforme o seu nível de importância para a mobilidade urbana no contexto do transporte de cargas, por meio de uma escala que varia de 1 (Insignificante) a 5 (Extremamente Importante) e, posteriormente, devem ser enquadrados nas 3 dimensões citadas.

Ao final do questionário, encontra-se uma caixa de sugestões, podendo esta ser utilizada para comentários pertinentes ao assunto, como alternativas de quantificação dos indicadores ou até mesmo inserção de indicadores que o entrevistado julgue importantes para o procedimento da pesquisa.

Atente-se em responder todas as perguntas, a completude desta avaliação é primordial para a realização desta dissertação.

Em anexo à esta avaliação, existe uma planilha para consulta, contendo as definições de cada indicador proposto e seus métodos de quantificação.

Caso haja dúvidas no preenchimento deste formulário, entrar em contato através do email: brunabuher@gmail.com.

1. Qual a importância dos indicadores abaixo para a Mobilidade Urbana Sustentável no contexto do TRANSPORTE DE CARGAS?

	1	2	3	4	5
Emissão de ruídos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Emissão de gases (CO, CO2, NOX)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Idade média da frota de veículos pesados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilização de dispositivos de controle no veículo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilização de combustíveis alternativos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tecnologia embarcada para rotas georreferenciadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Velocidade média veicular	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manutenção preventiva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Treinamento de motoristas sobre utilização de substâncias ilícitas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Treinamento de motoristas sobre segurança viária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qualidade de vida ao redor dos centros logísticos (indústria/porto)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Existência de centros de serviços de assistência aos motoristas (áreas para descanso)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deterioração do pavimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Adequação da infraestrutura viária	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sinalização pertinente ao transporte de carga (instruções visuais e placas indicativas para empresas e vias)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Obstáculos em rota (lombadas, viadutos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Existência de portos secos em locais estratégicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Empregos gerados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Queixas das indústrias com relação à mobilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Receita gerada (desenvolvimento econômico regional)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vagas de carga/descarga na indústria/porto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Formação de filas na indústria/porto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realização de coleta/distribuição em horários alternativos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Localização da indústria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acessibilidade à indústria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Congestionamentos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acidentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Presença de rotas alternativas e acessos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Legislação específica para o modal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incentivo à multimodalidade no transporte de carga	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Grau de interferência entre modais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Áreas de prioridade para circulação de veículos de carga	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Em qual dimensão o indicador melhor se enquadra? (Pode marcar mais de uma opção)

	Ambiental	Social	Econômica
Emissão de ruídos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Emissão de gases (CO, CO2, NOX)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Idade média da frota de veículos pesados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilização de dispositivos de controle no veículo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilização de combustíveis alternativos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tecnologia embarcada para rotas georreferenciadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Velocidade média veicular	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manutenção preventiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Treinamento de motoristas sobre utilização de substâncias ilícitas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Treinamento de motoristas sobre segurança viária	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qualidade de vida ao redor dos centros logísticos (indústria/porto)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existência de centros de serviços de assistência aos motoristas (áreas para descanso)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deterioração do pavimento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adequação da infraestrutura viária	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sinalização pertinente ao transporte de carga (instruções visuais e placas indicativas para empresas e vias)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Obstáculos em rota (lombadas, viadutos)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existência de portos secos em locais estratégicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Empregos gerados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Queixas das indústrias com relação à mobilidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Receita gerada (desenvolvimento econômico regional)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vagas de carga/descarga na indústria/porto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formação de filas na indústria/porto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Realização de coleta/distribuição em horários alternativos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Localização da indústria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acessibilidade à indústria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Congestionamentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acidentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Presença de rotas alternativas e acessos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Legislação específica para o modal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Incentivo à multimodalidade no transporte de carga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grau de interferência entre modais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Áreas de prioridade para circulação de veículos de carga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Deixe a sua sugestão aqui

Powered by
 Google Forms

APÊNDICE B: RESULTADO ANÁLISE HIERÁRQUICA

Emissão de gases (CO, CO₂, NO_x)

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category		Priority	Rank
1	Insignificante	6.6%	3
2	Parcialmente insignificante	6.6%	3
3	Parcialmente importante	6.6%	3
4	Importante	12.0%	2
5	Extremamente Importante	68.1%	1

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 0.9%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	1.00	1.00	0.50	0.11
2	1.00	1	1.00	0.50	0.11
3	1.00	1.00	1	0.50	0.11
4	2.00	2.00	2.00	1	0.12
5	9.00	9.00	9.00	8.00	1

Principal eigen value = 5.040

Eigenvector solution: 3 iterations, delta = 3.0E-8

Treinamento de motoristas sobre segurança viária

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category		Priority	Rank
1	Insignificante	5.8%	4
2	Parcialmente insignificante	4.4%	5
3	Parcialmente importante	8.0%	3
4	Importante	15.0%	2
5	Extremamente Importante	66.7%	1

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 5.8%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	1.00	1.00	0.33	0.11
2	1.00	1	0.33	0.20	0.11
3	1.00	3.00	1	0.50	0.11
4	3.00	5.00	2.00	1	0.12
5	9.00	9.00	9.00	8.00	1

Principal eigen value = 5.262

Eigenvector solution: 5 iterations, delta = 1.3E-8

Acidentes

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category		Priority	Rank
1	Insignificante	4.1%	4
2	Parcialmente insignificante	6.8%	3
3	Parcialmente importante	4.1%	4
4	Importante	24.5%	2
5	Extremamente Importante	60.5%	1

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 5.6%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	0.50	1.00	0.12	0.11
2	2.00	1	2.00	0.25	0.11
3	1.00	0.50	1	0.12	0.11
4	8.00	4.00	8.00	1	0.20
5	9.00	9.00	9.00	5.00	1

Principal eigen value = 5.254

Eigenvector solution: 6 iterations, delta = 3.7E-9

Emissão de ruídos

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	4.1%	4
2 Parcialmente insignificante	4.1%	4
3 Parcialmente importante	9.1%	3
4 Importante	21.0%	2
5 Extremamente Importante	61.6%	1

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 5.4%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	1.00	0.33	0.17	0.11
2	1.00	1	0.33	0.17	0.11
3	3.00	3.00	1	0.33	0.11
4	6.00	6.00	3.00	1	0.20
5	9.00	9.00	9.00	5.00	1

Principal eigen value = 5.242

Eigenvector solution: 5 iterations, delta = 8.2E-8

Realização de coleta/distribuição em horários alternativos

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.6%	5
2 Parcialmente insignificante	5.0%	4
3 Parcialmente importante	15.4%	2
4 Importante	10.4%	3
5 Extremamente Importante	65.5%	1

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 7.5%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	0.50	0.20	0.25	0.11
2	2.00	1	0.25	0.33	0.11
3	5.00	4.00	1	2.00	0.12
4	4.00	3.00	0.50	1	0.12
5	9.00	9.00	8.00	8.00	1

Principal eigen value = 5.337

Eigenvector solution: 6 iterations, delta = 1.7E-9

Utilização de combustíveis alternativos

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.7%	5
2 Parcialmente insignificante	6.4%	4
3 Parcialmente importante	14.8%	3
4 Importante	16.4%	2
5 Extremamente Importante	58.7%	1

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 4.5%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	0.50	0.25	0.12	0.11
2	2.00	1	0.33	0.50	0.11
3	4.00	3.00	1	1.00	0.20
4	8.00	2.00	1.00	1	0.20
5	9.00	9.00	5.00	5.00	1

Principal eigen value = 5.203

Eigenvector solution: 5 iterations, delta = 2.0E-8

Incentivo à multimodalidade no transporte de carga

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.5%	5
2 Parcialmente insignificante	3.8%	4
3 Parcialmente importante	10.5%	3
4 Importante	18.5%	2
5 Extremamente Importante	63.6%	1

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 9.0%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	1.00	0.20	0.14	0.11
2	1.00	1	0.33	0.14	0.11
3	5.00	3.00	1	0.50	0.12
4	7.00	7.00	2.00	1	0.14
5	9.00	9.00	8.00	7.00	1

Principal eigen value = 5.405

Eigenvector solution: 6 iterations, delta = 3.2E-8

Formação de filas na indústria/porto

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.9%	4
2 Parcialmente insignificante	3.9%	4
3 Parcialmente importante	9.2%	3
4 Importante	21.6%	2
5 Extremamente Importante	61.4%	1

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 6.7%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	1.00	0.33	0.14	0.11
2	1.00	1	0.33	0.14	0.11
3	3.00	3.00	1	0.33	0.14
4	7.00	7.00	3.00	1	0.17
5	9.00	9.00	7.00	6.00	1

Principal eigen value = 5.303

Eigenvector solution: 6 iterations, delta = 4.5E-9

Congestionamentos

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.8%	5
2 Parcialmente insignificante	5.3%	4
3 Parcialmente importante	9.4%	3
4 Importante	26.6%	2
5 Extremamente Importante	54.9%	1

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 3.2%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	0.50	0.33	0.14	0.11
2	2.00	1	0.50	0.14	0.11
3	3.00	2.00	1	0.33	0.14
4	7.00	7.00	3.00	1	0.33
5	9.00	9.00	7.00	3.00	1

Principal eigen value = 5.144

Eigenvector solution: 4 iterations, delta = 3.0E-8

Treinamento de motoristas sobre utilização de substâncias ilícitas

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.4%	5
2 Parcialmente insignificante	4.8%	4
3 Parcialmente importante	12.7%	3
4 Importante	19.1%	2
5 Extremamente Importante	60.1%	1

Number of comparisons = 10
Consistency Ratio CR = 6.6%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	0.50	0.20	0.17	0.11
2	2.00	1	0.25	0.20	0.11
3	5.00	4.00	1	0.50	0.14
4	6.00	5.00	2.00	1	0.20
5	9.00	9.00	7.00	5.00	1

Principal eigen value = 5.296
Eigenvector solution: 6 iterations, delta = 9.1E-10

Velocidade média veicular

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	5.4%	4
2 Parcialmente insignificante	3.7%	5
3 Parcialmente importante	18.8%	3
4 Importante	28.4%	2
5 Extremamente Importante	43.7%	1

Number of comparisons = 10
Consistency Ratio CR = 3.0%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	2.00	0.20	0.17	0.14
2	0.50	1	0.17	0.14	0.12
3	5.00	6.00	1	0.50	0.33
4	6.00	7.00	2.00	1	0.50
5	7.00	8.00	3.00	2.00	1

Principal eigen value = 5.135
Eigenvector solution: 5 iterations, delta = 1.6E-8

Adequação da infraestrutura viária

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.6%	4
2 Parcialmente insignificante	3.6%	4
3 Parcialmente importante	11.9%	3
4 Importante	33.2%	2
5 Extremamente Importante	47.7%	1

Number of comparisons = 10
Consistency Ratio CR = 5.8%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	1.00	0.20	0.12	0.11
2	1.00	1	0.20	0.12	0.11
3	5.00	5.00	1	0.20	0.17
4	8.00	8.00	5.00	1	0.50
5	9.00	9.00	6.00	2.00	1

Principal eigen value = 5.263
Eigenvector solution: 6 iterations, delta = 3.3E-9

Sinalização pertinente ao transporte de carga (instruções visuais e placas indicativas para empresas e vias)

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.6%	4
2 Parcialmente insignificante	3.6%	4
3 Parcialmente importante	11.9%	3
4 Importante	33.2%	2
5 Extremamente Importante	47.7%	1

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 5.8%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	1.00	0.20	0.12	0.11
2	1.00	1	0.20	0.12	0.11
3	5.00	5.00	1	0.20	0.17
4	8.00	8.00	5.00	1	0.50
5	9.00	9.00	6.00	2.00	1

Principal eigen value = 5.263

Eigenvector solution: 6 iterations, delta = 3.3E-9

Localização da indústria

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	5.0%	4
2 Parcialmente insignificante	5.0%	4
3 Parcialmente importante	12.2%	3
4 Importante	38.9%	1
5 Extremamente Importante	38.9%	1

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 1.0%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	1.00	0.33	0.14	0.14
2	1.00	1	0.33	0.14	0.14
3	3.00	3.00	1	0.25	0.25
4	7.00	7.00	4.00	1	1.00
5	7.00	7.00	4.00	1.00	1

Principal eigen value = 5.047

Eigenvector solution: 4 iterations, delta = 1.1E-9

Existência de centros de serviços de assistência aos motoristas (áreas para descanso)

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	4.1%	4
2 Parcialmente insignificante	4.1%	4
3 Parcialmente importante	25.4%	2
4 Importante	25.4%	2
5 Extremamente Importante	41.1%	1

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 1.1%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	1.00	0.14	0.14	0.12
2	1.00	1	0.14	0.14	0.12
3	7.00	7.00	1	1.00	0.50
4	7.00	7.00	1.00	1	0.50
5	8.00	8.00	2.00	2.00	1

Principal eigen value = 5.050

Eigenvector solution: 4 iterations, delta = 1.8E-9

Obstáculos em rota (lombadas, viadutos)

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	5.2%	5
2 Parcialmente insignificante	8.8%	4
3 Parcialmente importante	14.2%	3
4 Importante	35.9%	1
5 Extremamente Importante	35.9%	1

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 0.8%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	0.50	0.33	0.17	0.17
2	2.00	1	0.50	0.25	0.25
3	3.00	2.00	1	0.33	0.33
4	6.00	4.00	3.00	1	1.00
5	6.00	4.00	3.00	1.00	1

Principal eigen value = 5.036

Eigenvector solution: 4 iterations, delta = 3.3E-10

Qualidade de vida ao redor dos centros logísticos (indústria/porto)

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	5.0%	4
2 Parcialmente insignificante	5.0%	4
3 Parcialmente importante	17.1%	3
4 Importante	28.7%	2
5 Extremamente Importante	44.1%	1

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 1.3%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	1.00	0.25	0.17	0.14
2	1.00	1	0.25	0.17	0.14
3	4.00	4.00	1	0.50	0.33
4	6.00	6.00	2.00	1	0.50
5	7.00	7.00	3.00	2.00	1

Principal eigen value = 5.057

Eigenvector solution: 4 iterations, delta = 2.0E-9

Manutenção preventiva

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	5.1%	4
2 Parcialmente insignificante	3.8%	5
3 Parcialmente importante	6.9%	3
4 Importante	64.6%	1
5 Extremamente Importante	19.6%	2

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 7.4%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	2.00	0.50	0.11	0.20
2	0.50	1	0.50	0.11	0.17
3	2.00	2.00	1	0.11	0.25
4	9.00	9.00	9.00	1	7.00
5	5.00	6.00	4.00	0.14	1

Principal eigen value = 5.334

Eigenvector solution: 6 iterations, delta = 9.6E-10

Acessibilidade à indústria/porto

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	5.1%	4
2 Parcialmente insignificante	3.6%	5
3 Parcialmente importante	11.4%	3
4 Importante	60.4%	1
5 Extremamente Importante	19.4%	2

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 5.1%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	2.00	0.33	0.11	0.20
2	0.50	1	0.25	0.11	0.17
3	3.00	4.00	1	0.14	0.50
4	9.00	9.00	7.00	1	5.00
5	5.00	6.00	2.00	0.20	1

Principal eigen value = 5.231

Eigenvector solution: 5 iterations, delta = 7.0E-8

Deterioração do pavimento

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.9%	4
2 Parcialmente insignificante	3.9%	4
3 Parcialmente importante	8.3%	3
4 Importante	60.7%	1
5 Extremamente Importante	23.2%	2

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 6.7%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	1.00	0.33	0.11	0.14
2	1.00	1	0.33	0.11	0.14
3	3.00	3.00	1	0.11	0.25
4	9.00	9.00	9.00	1	5.00
5	7.00	7.00	4.00	0.20	1

Principal eigen value = 5.303

Eigenvector solution: 6 iterations, delta = 1.6E-9

Tecnologia embarcada para rotas georreferenciadas

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.9%	5
2 Parcialmente insignificante	6.5%	4
3 Parcialmente importante	48.6%	1
4 Importante	29.3%	2
5 Extremamente Importante	11.8%	3

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 1.6%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	0.50	0.11	0.14	0.25
2	2.00	1	0.14	0.20	0.50
3	9.00	7.00	1	2.00	5.00
4	7.00	5.00	0.50	1	3.00
5	4.00	2.00	0.20	0.33	1

Principal eigen value = 5.071

Eigenvector solution: 4 iterations, delta = 3.2E-9

Empregos gerados

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	4.8%	5
2 Parcialmente insignificante	7.2%	4
3 Parcialmente importante	26.7%	2
4 Importante	44.4%	1
5 Extremamente Importante	16.9%	3

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 1.6%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	0.50	0.20	0.14	0.25
2	2.00	1	0.25	0.17	0.33
3	5.00	4.00	1	0.50	2.00
4	7.00	6.00	2.00	1	3.00
5	4.00	3.00	0.50	0.33	1

Principal eigen value = 5.073

Eigenvector solution: 4 iterations, delta = 6.2E-9

Queixas das indústrias/portos com relação à mobilidade

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	5.2%	5
2 Parcialmente insignificante	8.7%	4
3 Parcialmente importante	46.4%	1
4 Importante	25.6%	2
5 Extremamente Importante	14.2%	3

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 0.9%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	0.50	0.14	0.20	0.33
2	2.00	1	0.20	0.33	0.50
3	7.00	5.00	1	2.00	4.00
4	5.00	3.00	0.50	1	2.00
5	3.00	2.00	0.25	0.50	1

Principal eigen value = 5.041

Eigenvector solution: 4 iterations, delta = 3.7E-10

Presença de rotas alternativas e acessos

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.8%	5
2 Parcialmente insignificante	5.4%	4
3 Parcialmente importante	8.7%	3
4 Importante	66.6%	1
5 Extremamente Importante	15.5%	2

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 6.2%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	0.50	0.33	0.11	0.20
2	2.00	1	0.50	0.11	0.25
3	3.00	2.00	1	0.11	0.50
4	9.00	9.00	9.00	1	8.00
5	5.00	4.00	2.00	0.12	1

Principal eigen value = 5.277

Eigenvector solution: 5 iterations, delta = 7.4E-8

Existência de portos secos em locais estratégicos

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.6%	5
2 Parcialmente insignificante	5.0%	4
3 Parcialmente importante	10.4%	3
4 Importante	65.5%	1
5 Extremamente Importante	15.4%	2

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 7.5%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	0.50	0.25	0.11	0.20
2	2.00	1	0.33	0.11	0.25
3	4.00	3.00	1	0.12	0.50
4	9.00	9.00	8.00	1	8.00
5	5.00	4.00	2.00	0.12	1

Principal eigen value = 5.337

Eigenvector solution: 6 iterations, delta = 1.7E-9

Receita gerada (desenvolvimento econômico regional)

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.6%	5
2 Parcialmente insignificante	5.1%	4
3 Parcialmente importante	16.1%	2
4 Importante	64.4%	1
5 Extremamente Importante	10.7%	3

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 6.7%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	0.50	0.20	0.11	0.25
2	2.00	1	0.25	0.11	0.33
3	5.00	4.00	1	0.14	2.00
4	9.00	9.00	7.00	1	8.00
5	4.00	3.00	0.50	0.12	1

Principal eigen value = 5.300

Eigenvector solution: 6 iterations, delta = 8.8E-10

Idade média da frota de veículos pesados

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	5.3%	4
2 Parcialmente insignificante	3.6%	5
3 Parcialmente importante	41.2%	1
4 Importante	41.2%	1
5 Extremamente Importante	8.6%	3

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 1.8%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	2.00	0.12	0.12	0.50
2	0.50	1	0.11	0.11	0.33
3	8.00	9.00	1	1.00	6.00
4	8.00	9.00	1.00	1	6.00
5	2.00	3.00	0.17	0.17	1

Principal eigen value = 5.082

Eigenvector solution: 4 iterations, delta = 4.8E-9

Grau de interferência entre modais

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category		Priority	Rank
1	Insignificante	4.8%	4
2	Parcialmente insignificante	3.9%	5
3	Parcialmente importante	55.5%	1
4	Importante	21.4%	2
5	Extremamente Importante	14.4%	3

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 5.5%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	2.00	0.11	0.17	0.20
2	0.50	1	0.11	0.20	0.25
3	9.00	9.00	1	4.00	5.00
4	6.00	5.00	0.25	1	2.00
5	5.00	4.00	0.20	0.50	1

Principal eigen value = 5.247

Eigenvector solution: 5 iterations, delta = 8.9E-8

Vagas de carga/descarga na indústria/porto

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category		Priority	Rank
1	Insignificante	3.9%	4
2	Parcialmente insignificante	3.9%	4
3	Parcialmente importante	24.6%	2
4	Importante	52.7%	1
5	Extremamente Importante	14.9%	3

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 3.4%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	1.00	0.14	0.11	0.20
2	1.00	1	0.14	0.11	0.20
3	7.00	7.00	1	0.33	2.00
4	9.00	9.00	3.00	1	5.00
5	5.00	5.00	0.50	0.20	1

Principal eigen value = 5.155

Eigenvector solution: 4 iterations, delta = 8.1E-8

Legislação específica para o modo de transporte

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category		Priority	Rank
1	Insignificante	4.7%	4
2	Parcialmente insignificante	4.7%	4
3	Parcialmente importante	20.7%	2
4	Importante	58.1%	1
5	Extremamente Importante	11.8%	3

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 2.1%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	1.00	0.20	0.11	0.33
2	1.00	1	0.20	0.11	0.33
3	5.00	5.00	1	0.25	2.00
4	9.00	9.00	4.00	1	6.00
5	3.00	3.00	0.50	0.17	1

Principal eigen value = 5.097

Eigenvector solution: 4 iterations, delta = 1.0E-8

Áreas de prioridade para circulação de veículos de carga

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.6%	5
2 Parcialmente insignificante	5.1%	4
3 Parcialmente importante	19.4%	2
4 Importante	60.4%	1
5 Extremamente Importante	11.4%	3

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 5.1%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	0.50	0.17	0.11	0.25
2	2.00	1	0.20	0.11	0.33
3	6.00	5.00	1	0.20	2.00
4	9.00	9.00	5.00	1	7.00
5	4.00	3.00	0.50	0.14	1

Principal eigen value = 5.231

Eigenvector solution: 5 iterations, delta = 7.0E-8

Utilização de dispositivos de controle no veículo

Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons

Category	Priority	Rank
1 Insignificante	3.6%	5
2 Parcialmente insignificante	5.2%	4
3 Parcialmente importante	47.3%	1
4 Importante	32.5%	2
5 Extremamente Importante	11.5%	3

Number of comparisons = 10

Consistency Ratio CR = 3.1%

Decision Matrix

The resulting weights are based on the principal eigenvector of the decision matrix

	1	2	3	4	5
1	1	0.50	0.11	0.12	0.25
2	2.00	1	0.12	0.14	0.33
3	9.00	8.00	1	2.00	5.00
4	8.00	7.00	0.50	1	4.00
5	4.00	3.00	0.20	0.25	1

Principal eigen value = 5.140

Eigenvector solution: 5 iterations, delta = 9.3E-9

APÊNDICE C: NORMALIZAÇÃO DOS INDICADORES

Indicador 1.1 - Emissão de gases (CO, NOX)	
Score	Valores de Referência Parâmetro de controle: Quilometragem anual percorrida pela frota municipal de veículos pesados em área urbana vezes o limite para níveis de emissão de CO para veículos pesados novos (4,0 g/kW.h) + quilometragem anual percorrida pela frota municipal de veículos pesados em área urbana vezes o limite para níveis de emissão de NOX para veículos pesados novos (2,0 g/kW.h)
1	A emissão de CO e NOX anual por veículos automotores é igual ou inferior ao parâmetro de controle
0,75	A emissão de CO e NOX anual por veículos automotores é 25% maior que o parâmetro de controle
0,5	A emissão de CO e NOX anual por veículos automotores é 50% maior que o parâmetro de controle
0,25	A emissão de CO e NOX anual por veículos automotores é 75% maior que o parâmetro de controle
0	A emissão de CO e NOX anual por veículos automotores é 100% maior que parâmetro de controle

Indicador 1.2 - Emissão de ruídos	
Score	Valores de Referência Porcentagem da população urbana (ou da área em estudo) exposta a ruído de tráfego gerado por veículos pesados superior a 65 dB(A)
1	0
0,75	25%
0,5	50%
0,25	75%
0	100%

Indicador 1.3 - Utilização de combustíveis alternativos	
Score	Valores de Referência Porcentagem da frota municipal de veículos pesados que utiliza combustíveis “limpos” ou alternativos
1	100%
0,75	75%
0,5	50%
0,25	25%
0	0

Indicador 1.4 - Velocidade média veicular	
Score	Valores de Referência Velocidade média do tráfego de veículos pesados, em horário de pico, em vias da rede principal
1	Igual ou superior a 30 km/h
0,75	25 km/h
0,5	20 km/h
0,25	15 km/h
0	Até 10 km/h

Indicador 1.5 - Manutenção preventiva	
Score	Valores de Referência Porcentagem da frota municipal de veículos pesados que realiza manutenção preventiva
1	100%
0,75	75%
0,5	50%
0,25	25%
0	0

Indicador 1.6 - Tecnologia embarcada para rotas georreferenciadas	
Score	Valores de Referência Porcentagem da frota municipal de veículos pesados que utiliza tecnologia embarcada
1	100%
0,75	75%
0,5	50%
0,25	25%
0	0

Indicador 1.7 - Idade média da frota de veículos pesados	
Score	Valores de Referência Idade média da frota de veículos pesados
1	Até 5 anos
0,66	7 anos
0,33	9 anos
0	11 anos ou mais

Indicador 1.8 - Utilização de dispositivos de controle no veículo	
Score	Valores de Referência Porcentagem da frota municipal de veículos pesados que utiliza dispositivos de controle
1	100%
0,75	75%
0,5	50%
0,25	25%
0	0

Indicador 2.1 - Treinamento de motoristas sobre segurança viária	
Score	Valores de Referência Horas/funcionário/ano de cursos e treinamentos oferecidos aos motoristas sobre segurança viária no ano de referência
1	40 horas ou mais
0,75	32 horas
0,5	24 horas
0,25	16 horas
0	8 horas ou menos

Indicador 2.2 - Treinamento de motoristas sobre utilização de substâncias ilícitas	
Score	Valores de Referência Horas/funcionário/ano de cursos e treinamentos oferecidos aos motoristas sobre utilização de substâncias ilícitas no ano de referência
1	40 horas ou mais
0,75	32 horas
0,5	24 horas
0,25	16 horas
0	8 horas ou menos

Indicador 2.3 - Qualidade de vida ao redor dos centros logísticos (indústria/porto)	
Score	Valores de Referência Porcentagem da população (ou dos entrevistados) considera o local “bom” e “excelente” para se viver
1	100%
0,75	75%
0,5	50%
0,25	25%
0	0

Indicador 2.4 - Existência de centros de serviços de assistência aos motoristas	
Score	Valores de Referência Quantidade de centros de serviço de assistência aos motoristas na cidade de estudo
1	A cidade possui Serviço de Assistência aos Motoristas (SAM)
0,25	Há SAM na entrada da cidade
0,5	Há SAM em um raio de 500m da cidade
0,25	Há SAM em um raio de 1Km da cidade
0	Não há SAM

Indicador 3.1 - Adequação da infraestrutura viária	
Score	Valores de Referência Porcentagem de vias com dimensões adequadas aos veículos pesados (2,60m segundo o DNIT), viadutos/túneis com altura adequada (4,40m segundo o DNIT)
1	100%
0,75	75%
0,5	50%
0,25	25%
0	0

Indicador 3.2 - Sinalização pertinente ao transporte de carga	
Score	Valores de Referência Porcentagem das vias com sinalização classificada como ótima e boa.
1	100%
0,75	75%
0,5	50%
0,25	25%
0	0

Indicador 3.3 - Deterioração do pavimento	
Score	Valores de Referência Porcentagem das vias com pavimento classificado como ótimo e bom.
1	100%
0,75	75%
0,5	50%
0,25	25%
0	0

Indicador 3.4 - Obstáculos em rota	
Score	Valores de Referência Número de obstáculos por km
1	0
0,75	1
0,5	2
0,25	3
0	4 ou mais

Indicador 4.1 - Formação de filas na indústria/porto	
Score	Valores de Referência Extensão da fila formada ao redor da indústria/porto
1	Não há fila
0,75	Até 5 caminhões
0,5	De 6 a 10 caminhões
0,25	De 11 a 15 caminhões
0	Mais de 15 caminhões

Indicador 4.2 - Realização de coleta/distribuição em horários alternativos	
Score	Valores de Referência Porcentagem de indústrias que realizam coleta/distribuição de bens em horários alternativos
1	100%
0,75	75%
0,5	50%
0,25	25%
0	0

Indicador 4.3 - Existência de portos secos	
Score	Valores de Referência Existência de portos secos na cidade industrial/portuária
1	Já foram implementados no município
0,5	Encontram-se em fase de estudo no município
0	Não estão previstos nem foram implementados no município

Indicador 4.4 - Receita gerada (desenvolvimento econômico local)	
Score	Valores de Referência Participação da indústria/porto no PIB municipal no ano de referência com relação ao ano anterior
1	Aumentou significativamente
0,75	Aumentou
0,5	Manteve-se
0,25	Diminuiu
0	Diminuiu significativamente

Indicador 4.5 - Vagas de carga/descarga na indústria/porto	
Score	Valores de Referência Número de vagas de carga/descarga em relação ao número de atividade logísticas da indústria e o tempo desta atividade
1	Atende completamente
0,75	Atende parcialmente
0	Não atende

Indicador 4.6 - Empregos gerados	
Score	Valores de Referência Participação da indústria/porto na geração de empregos no ano de referência com relação ao ano anterior
1	Aumentou significativamente
0,75	Aumentou
0,5	Manteve-se
0,25	Diminuiu
0	Diminuiu significativamente

Indicador 4.7 - Queixas das indústrias/portos com relação à mobilidade	
Score	Valores de Referência Porcentagem das indústrias/portos satisfeitos com o município com relação à infraestrutura viária.
1	100%
0,75	75%
0,5	50%
0,25	25%
0	0

Indicador 5.1 - Localização da indústria	
Score	Valores de Referência Porcentagem de indústrias localizadas a até 500m de zonas residenciais/comerciais
1	Cidade possui condomínio industrial
0,5	Cidade possui aglomerados industriais
0	Cidade não possui aglomerados e condomínios industriais

Indicador 5.2 - Acessibilidade à indústria/porto	
Score	Valores de Referência Porcentagem de indústrias/portos atendidas pelo transporte público, com vias que possuem ciclovias e calçadas
1	100%
0,75	75%
0,5	50%
0,25	25%
0	0

Indicador 6.1 - Acidentes	
Score	Valores de Referência Porcentagem dos acidentes de trânsito ocorridos em vias urbanas do município no ano de referência envolvendo caminhões
1	Até 5%
0,75	10%
0,5	15%
0,25	20%
0	25% ou mais

Indicador 6.2 - Incentivo à multimodalidade no transporte de carga	
Score	Valores de Referência
1	O município dispõe de legislação específica, normas técnicas, recomendações, programas de iniciativa pública e campanhas de educação e sensibilização para o incentivo à multimodalidade
0,75	O município dispõe de legislação específica, normas técnicas, recomendações e ações ou programas de iniciativa pública para o incentivo à multimodalidade
0,5	O município dispõe de legislação específica, normas técnicas e recomendações para o incentivo à multimodalidade
0,25	O município dispõe de legislação específica para o incentivo à multimodalidade
0	O município não dispõe de qualquer ação ou instrumento para o incentivo à multimodalidade

Indicador 6.3 - Congestionamentos	
Score	Valores de Referência Média diária mensal de horas de congestionamento de tráfego gerado por veículos de carga em vias da rede principal
1	Até 1 hora/dia
0,75	2 horas/dia
0,5	3 horas/dia
0,25	4 horas/dia
0	5 horas/dia ou mais

Indicador 6.4 - Presença de rotas alternativas e acessos	
Score	Valores de Referência Presença de rotas alternativas e acessos a caminhões afim de diminuir a densidade de veículos pesados dentro da cidade
1	Possui rotas alternativas, desviando totalmente o tráfego urbano
0,75	Possui rotas alternativas, desviando parcialmente o tráfego urbano
0,5	Não possui rotas alternativas

Indicador 6.5 - Áreas de prioridade para circulação de veículos de carga	
Score	Valores de Referência Porcentagem de quilometragem com faixas exclusivas para transporte de cargas
1	Acima de 51%
0,75	Até 49%
0,5	De 48% A 31%
0,25	De 30% a 11%
0	Menos de 10%

Indicador 6.6 - Legislação específica para o modo de transporte	
Score	Valores de Referência
1	O município dispõe de legislação específica, normas técnicas, recomendações, programas de iniciativa pública e campanhas de educação e sensibilização para o transporte de carga
0,75	O município dispõe de legislação específica, normas técnicas, recomendações e ações ou programas de iniciativa pública para o transporte de carga
0,5	O município dispõe de legislação específica, normas técnicas e recomendações para o transporte de carga
0,25	O município dispõe de legislação específica para o transporte de carga
0	O município não dispõe de qualquer ação ou instrumento para o transporte de carga

Indicador 6.7 - Grau de interferência entre modais	
Score	Valores de Referência Porcentagem de veículos pesados com relação aos demais modais
1	0
0,75	25%
0,5	50%
0,25	75%
0	100%